

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**REKONSTRUKCE ZDRAVOTNĚ TECHNICKÝCH INSTALACÍ
V BYTOVÉM DOMĚ**

RECONSTRUCTION OF SANITATION INSTALLATIONS IN AN APARTMENT BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Simona Havlíčková

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISŤE	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Simona Havlíčková
NÁZEV	Rekonstrukce zdravotně technických instalací v bytovém domě
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami a normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení.

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady.

Cíl práce, zvolené metody řešení.

Aktuální technická řešení v praxi.

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů).

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky).

Řešení využívající výpočetní techniku.

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení.

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva.

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ÚT, VZT) v zadané budově.

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.

C. Technické řešení vybrané varianty.

Technické realizační řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší rekonstrukci zdravotně technických instalací bytového domu v Brně. Jedná se o vícepodlažní objekt, který je určen převážně pro bydlení. Teoretická část se zabývá způsoby přípravy teplé vody v bytových domech. Experimentální část je zaměřena na měření spotřeby teplé vody v bytovém domě. Výpočtová a projektová část obsahují návrh kanalizace, vodovodu a napojení objektu na stávající inženýrské sítě. Práce se dále zaměřuje na možné varianty zadané specializace. Diplomová práce byla zpracována dle současných platných norem a ustanovení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bytový dům

Zdravotně technické instalace

Kanalizace

Vodovod

Příprava teplé vody

ABSTRACT

This diploma thesis deals reconstruction of sanitation installations in an apartment building in Brno. It is a multi-storey building which is intended mainly for living. The theoretical part deals individual ways of preparation hot water in the apartment buildings. The experimental part deals measurement consumption hot water in the apartment building. Calculating and design part contains a proposal of sewerage system, piping system and linking up of the object on present engineering systems. The diploma thesis also focuses on possible options and requested specifics. The diploma thesis was arranged in accordance with present-day valid norms and regulations.

KEYWORDS

Apartment building

Sanitation installations

Sewerage system

Piping system

Water heating

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Simona Havlíčková *Rekonstrukce zdravotně technických instalací v bytovém domě*. Brno, 2017. 132 s., 26 příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jakub Vrána, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2017

.....
Bc. Simona Havlíčková
autor práce

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2017

.....
Bc. Simona Havlíčková
autor práce

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Jakubovi Vránovi, Ph.D. za konzultace, odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování této diplomové práce.

Děkuji také Ing. Simoně Aberlové z firmy SUBTECH, s.r.o. za poskytnuté informace a podklady.

V Brně dne 10. 1. 2017

.....
Bc. Simona Havlíčková
autor práce

OBSAH

ÚVOD	11
A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ	12
A.1 ANALÝZA TÉMATU, NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY	12
A.1.1 Analýza zadaného tématu.....	12
A.1.2 Normové a legislativní podklady	12
A.1.2.1 Legislativní podklady pro zdravotně technické instalace	12
A.1.2.2 Normové podklady pro zdravotně technické instalace	13
A.2 CÍL PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ	13
A.3 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI	14
A.4 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ – OHŘÍVÁNÍ VODY	15
A.4.1 Potřeba teplé vody.....	15
A.4.2 Rozložení odběru teplé vody.....	17
A.4.3 Křivka odběru a dodávky tepla.....	18
A.4.4 Způsoby přípravy teplé vody v bytových domech	18
A.4.4.1 Dle způsobu předávání tepla.....	19
A.4.4.2 Dle místa ohřevu	19
A.4.4.3 Dle konstrukce zařízení	20
A.4.4.4 Dle počtu primárních zdrojů energie	21
A.4.4.5 Dle provozního tlaku zařízení	21
A.5 EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ.....	22
A.5.1 Experimentální stanovení spotřeby teplé vody v bytovém domě	22
A.5.1.1 Úvod.....	22
A.5.1.2 Popis metody a přístrojové techniky.....	23
A.5.1.3 Vyhodnocení dat z měření	25
A.6 ZÁVĚR.....	50
B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	52
B.1 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ V ZADANÉ SPECIALIZACI	52
B.1.1 Návrh technického řešení kanalizace	52
B.1.2 Návrh technického řešení vodovodu	53
B.1.2.1 Var. 1 - Návrh ústředního zásobníkového ohřevu TV dle ČSN 06 0320.....	54
B.1.2.2 Var. 2 – Návrh ústředního zásobníkového ohřevu TV dle DIN 4708	56
B.1.2.3 Var. 3 – Návrh ústředního zásobníkového ohřevu TV dle měření.....	57
B.1.2.4 Var. 4 – Návrh ústředního zásobníkového ohřevu dle hodinové špičky.....	62
B.1.2.5 Var. 5 – Návrh místního zásobníkového ohřevu TV dle ČSN 06 0320	63
B.1.2.6 Závěr	71
B.1.3 Výběr variant pro rozpracování	72
B.1.3.1 I. varianta – Rozvody TV při ústřední přípravě TV	73

B.1.3.2	II. varianta – Rozvody TV při místní přípravě TV	73
B.2	IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ TZB	73
B.2.1	Vytápění	73
B.2.2	Vzduchotechnika	74
B.3	HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT ŘEŠENÍ	74
B.3.1	Hodnocení řešení kanalizace	74
B.3.2	Hodnocení řešení vodovodu	74
B.3.2.1	Hodnocení I. varianty	74
B.3.2.2	Hodnocení II. varianty	75
B.4	PROJEKT II. VARIANTY PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ	75
B.4.1	Technická zpráva	76
B.4.1.1	Úvod	76
B.4.1.2	Bilance potřeb	76
B.4.1.3	Přípojky	77
B.4.1.4	Vnitřní kanalizace	78
B.4.1.5	Vnitřní vodovod	78
B.4.1.6	Zařizovací předměty	79
B.4.1.7	Zemní práce	80
C.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY	81
C.1	VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V CELÉ BUDOVĚ A JEJICH NAPOJENÍ NA SÍŤ PRO VEŘEJNOU POTŘEBU	81
C.1.1	Zadání	81
C.1.2	Bilance potřeby vody	81
C.1.3	Bilance potřeby teplé vody	82
C.1.4	Bilance odtoku odpadních vod	82
C.2	VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ROZPRACOVÁNÍM VYBRANÉ VARIANTY	83
C.2.1	Kanalizace	83
C.2.1.1	Dimenzování připojovacího splaškového potrubí	84
C.2.1.2	Dimenzování odpadního splaškového potrubí s hlavním větracím potrubím	87
C.2.1.3	Dimenzování odpadního dešťového potrubí	88
C.2.1.4	Průtok splaškových a dešťových odpadních vod svodným potrubím	88
C.2.1.5	Návrh přečerpávací stanice	90
C.2.1.6	Dimenzování retenční nádrže	94
C.2.1.7	Průtok odpadních vod v přípojce jednotné vnitřní kanalizace	96
C.2.2	Vodovod	96
C.2.2.1	Návrh vodoměrů	100
C.2.2.2	Dimenzování vnitřního vodovodu studené vody	102
C.2.2.3	Dimenzování vnitřního vodovodu teplé vody	105
C.2.2.4	Dimenzování požárního hadicového systému	107
C.2.2.5	Dimenzování vnitřního vodovodu cirkulace	108

C.2.2.6	Návrh cirkulačního čerpadla	111
C.2.2.7	Návrh regulačních ventilů	112
C.2.2.8	Návrh kompenzace roztažnosti potrubí	112
C.2.2.9	Návrh tloušťky izolace potrubí	114
D.	PROJEKT	117
D.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	117
D.1.1	Úvod	117
D.1.2	Bilance potřeb	117
D.1.3	Přípojky	118
D.1.4	Vnitřní kanalizace	119
D.1.5	Vnitřní vodovod	120
D.1.6	Zařizovací předměty	121
D.1.7	Zemní práce	121
D.2	LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ	123
	ZÁVĚR.....	125
	POUŽITÉ ZDROJE	126
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	129
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	130
	PŘÍLOHY	132

ÚVOD

Diplomová práce je zaměřena na vypracování vhodného řešení zdravotně technických instalací (dále ZTI) v zadaném objektu. Jedná se o pětipodlažní podsklepený objekt. V přízemí se nacházejí dvě prodejny, ostatní nadzemní podlaží jsou určena k bydlení. Bytový dům se nachází ve stávající zástavbě v Brně v ulici Mlýnská, ke kterému ze západní strany přiléhají sousední objekty.

Samotná práce se skládá ze čtyř částí. Část A, teoretická část, pojednává o potřebě teplé vody, rozložení odběru teplé vody a o způsobech přípravy teplé vody v bytových domech. Dále jsou v části A vyhodnoceny data z měření. Cílem vyhodnocení dat je zjištění rozložení spotřeby teplé vody (dále TV) během periody a porovnání návrhů ústředního ohřevu TV dle norem ČSN 06 0320, DIN 4708 a dle měření. Část B, koncepční řešení, řeší různé způsoby návrhu ZTI v budově. Pro vytvoření projektové dokumentace pro provedení stavby je vybrána nejvhodnější varianta. Druhá varianta je řešena pouze jako projekt pro stavební povolení. Dále jsou v této části také řešeny navazující profese TZB. V části C, výpočtová část, jsou uvedeny podrobné výpočty související s vybranou variantou řešení. Výpočty slouží pro podrobné zpracování projektu ZTI pro provedení stavby. Část D, projekt, obsahuje technickou zprávu a projektovou dokumentaci ZTI zadaného objektu.

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

A.1 ANALÝZA TÉMATU, NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY

A.1.1 Analýza zadaného tématu

Tématem této diplomové práce je vhodné řešení ZTI v zadaném rekonstruovaném bytovém domě. Jedná se tedy o vhodné odvedení odpadních splaškových a dešťových vod z objektu, zásobování pitnou vodou a vhodná příprava teplé vody.

Diplomová práce je rozdělena do čtyř částí. Obsah jednotlivých částí je popsán v úvodu této práce.

Řešeným objektem je zděný bytový dům, který se nachází v Brně, v ulici Mlýnská č.p. 1746. Jedná se o podsklepený bytový dům s pěti nadzemními podlažími. V suterénu a v 1.-5.NP se nachází bytové jednotky, v přízemí nalezneme dvě samostatné prodejny. V bytovém domě předpokládáme celkem 50 obyvatel. Prostory podzemního podlaží jsou využity převážně jako skladovací prostory a technické zázemí. Bytový dům je zastřešen plochou střechou vyspádovanou pro odvod dešťových vod vně budovy. Celou budovou procházejí tři svislé instalační šachty umístěné vždy u hygienických zařízení bytu. Budova má obdélníkový půdorysný tvar a jednotlivá podlaží jsou spojena schodištěm. Objekt se nachází ve stávající zástavbě, ke kterému ze západní strany přiléhají sousední objekty. Ulicí Mlýnská je vedena jednotná kanalizace a vodovod. Napojení objektu na inženýrské sítě je tedy možné ze severní strany objektu. V budově se nevyskytují žádné plynové spotřebiče, projekt tedy rozvody plynu neřeší. Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je výměníková stanice.

Podkladem pro vypracování byla projektová dokumentace stavebního řešení objektu. Doložena byla koordináční situace stavby s vyznačením veškerých venkovních vedení, půdorysy všech podlaží a řezy.

A.1.2 Normové a legislativní podklady

A.1.2.1 Legislativní podklady pro zdravotně technické instalace

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu

Zákon č. 274/2001 Sb., zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu

Zákon č. 254/2001 Sb., zákon o vodách

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, který mj. stanovuje podmínky pro hygienické požadavky na pitnou vodu či ustanovuje výrobky, které mohou přijít do přímého kontaktu s ní

Vyhláška č. 428/2001 Sb., provedení zákona o vodovodech a kanalizacích

Vyhláška č. 194/2007 Sb., pro stanovení pravidel pro vytápění a pro dodávku teplé vody

A.1.2.2 Normové podklady pro zdravotně technické instalace

ČSN 01 3450 – Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování

DIN 004708 – Dimenzování systému TUV

ČSN EN 12056-2 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod – Navrhování a výpočet

ČSN EN 12056-3 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet

ČSN EN 12056-4 – Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy: Čerpací stanice odpadních vod - Navrhování a výpočet

ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace

ČSN 75 6261 - Dešťová kanalizace

ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů

A.2 CÍL PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ

Cílem této diplomové práce je optimální návrh ZTI v zadaném bytovém domě. Optimálního návrhu se docílí zvolením vhodných postupů a prostředků. Návrh a řešení jednotlivých částí se opírá o příslušné legislativní požadavky, normy a o podstatu fyzikálních dějů.

V této práci jsou uplatňovány především metody numerické a grafické. Pro většinu výpočtů je použit tabulkový procesor Excel, a to z důvodu většího rozsahu práce a časové náročnosti ruč-

ních výpočtů. Metoda grafická je uplatňována především při odečítání z grafů od výrobců nebo grafického výstupu numerické metody.

Cílem teoretické části diplomové práce je popsat způsoby stanovení potřeby teplé vody, rozložení odběru teplé vody a přehled variant přípravy teplé vody v bytových domech. Dále jsou v části A vyhodnoceny data z měření, kterým je věnována větší část této kapitoly. Cílem vyhodnocení dat je zjištění rozložení spotřeby teplé vody během periody a porovnání návrhů ústředního ohřevu TV dle norem ČSN 06 0320, DIN 4708 a dle měření. Tyto znalosti a výběr nejvhodnějšího řešení budou uplatněny v posuzování variant a v konkrétních návrzích. Cílem části koncepčního řešení je návrh více variant technického řešení. Výběr optimální varianty je volen s ohledem na ekonomické, pořizovací, provozní a legislativní požadavky a je vypracován projekt podrobné výkresové dokumentace pro provedení stavby. Druhá varianta je zpracována jako projekt pro stavební povolení.

Výstupem diplomové práce je podrobné zpracování projektu pro provedení zdravotně technických instalací bytového domu a doložení podrobných výpočtů návrhu.

A.3 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI

V dřívější době napojení kanalizace na veřejnou stokovou síť nebylo možné. V dnešní době je napojení na veřejnou stokovou síť nejčastějším řešením, avšak není to ale pravidlem, neboť některé menší obce nemají vybudovanou veřejnou stokovou síť dodnes. Používaným materiálem pro kanalizační potrubí jsou především plastové, ale i neplastové materiály. Plastové se používají nejčastěji u vnitřní kanalizace budov nebo při nově budovaných stokových sítích. Z neplastových materiálů se dnes používá kamenina nebo litina. Likvidace povrchových vod se dnes nejčastěji řeší vsakováním do půdy, vsakováním s retencí a regulovaným odtokem nebo pouze retencí a regulovaným odtokem. Důvodem je, aby se zbytečně nezahlcovaly veřejné stoky.

Materiálem pro vodovodní potrubí jsou používány hlavně plasty, které nahradily dříve používanou ocel. Plastové potrubí je levnější, nepodléhá korozi a umožňuje snadnější montáž. Jedinou nevýhodou je velká délková teplotní roztažnost.

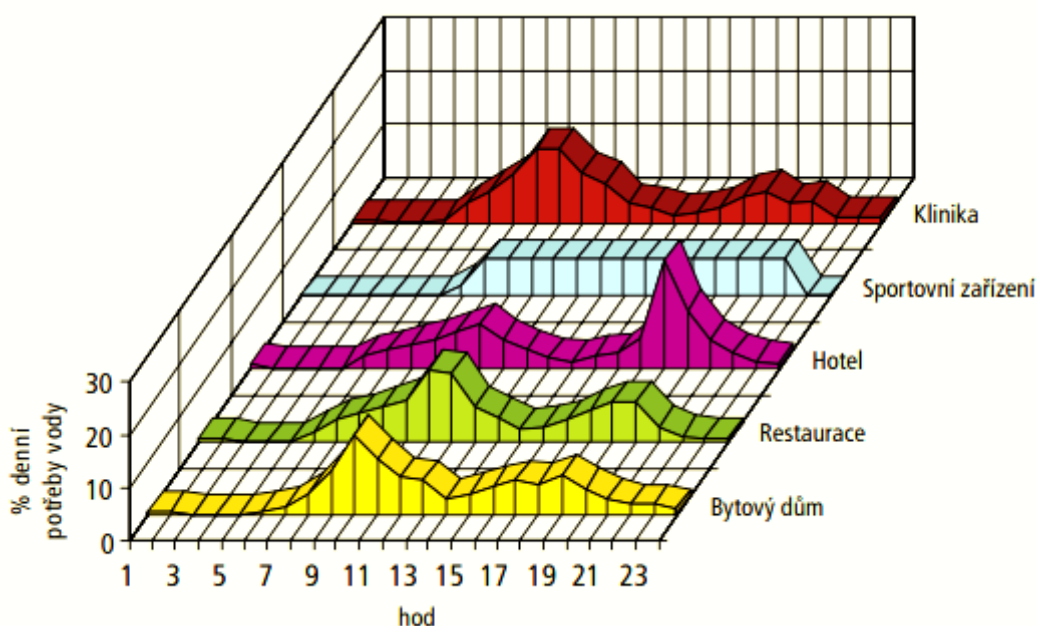
V praxi existuje mnoho variant řešení ZTI. Avšak výběr vhodné varianty je nutné zvažovat s ohledem na vstupní podmínky, typ budovy, dispozici a přání investora. Návrh varianty musí ale odpovídat všem legislativním požadavkům.

A.4 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ – OHŘÍVÁNÍ VODY

A.4.1 Potřeba teplé vody

Pro správný návrh zařízení pro ohřev teplé vody je důležité stanovení potřeby teplé vody. Potřeba je funkcí času a v závislosti na akumulčních schopnostech zdroje teplé vody je nutné ji sledovat v různých časových periodách. Pro zjištění je potřeba znát časový průběh potřeby, který je nutno popsat více parametry. Parametry jsou:

- potřeba teplé vody během zvolené periody
- rozložení odběru teplé vody v průběhu periody
- okamžitá (maximální) potřeba teplé vody
- křivka odběru tepla
- křivka dodávky tepla (včetně ztrát při ohřevu a distribuci teplé vody).



Obrázek 1 Příklad rozložení potřeby teplé vody během dne [3]

Podle ČSN 06 0320 je možné potřebu teplé vody v objektu za příslušnou periodu stanovit dvěma způsoby:

- sečtením jednotlivých dávek teplé vody na mytí osob, mytí nádobí a na úklid
- podle bilancí potřeby teplé vody uvedené v tabulce č. 1 z ČSN 06 0320

Tabulka 1 Bilance potřeby tepla a teplé vody [1]

Druh objektu			Měrná jednotka	Činnost	Spotřeba V_{2P} $m^3 \cdot per^{-1}$	Teplo Q_{2P} $kWh \cdot per^{-1}$	Součinitel současnosti s
Stavby pro bydlení			1 osoba	umývání vaření úklid	0,082	4,3	do 35 os. = 1,0 až 1 000 os. = 0,2 viz tabulku 5
Stavby pro dočasné ubytování	Internáty Svobodárny Hotely	1 osoba	sprchy	0,06	2,5	internát = 1,0	
		1 osoba	umývání			svobodárna = 0,6	
		1 osoba	vany	0,1	3,5	hotel do 50 lůžek = 1,0	
						přes 50 lůžek = 0,8	
		100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,0	
Školy			1 žák	umývání	0,02	0,8	podle vybavení 0,2 - 1,0
			100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,0
Zdravotnictví	Polikliniky	1 vyšetřený	umývání vč. personálu	0,02	0,7	1,0	
	Nemocnice	1 lůžko	umývání	ležící 0,020	0,7	mytí = 1,0	
		1 lůžko	umývání + sprcha	chodící 0,050	1,8	mytí + 1 sprcha = 1,0	
		1 lůžko	umývání vč. personálu	0,25	10	komplexní činnost ¹⁾ = 1,0	
	Domovy důchodců	1 lůžko	umývání vč. personálu	0,2	7	komplexní činnost ¹⁾ = 1,0	
	Ozdravovny	1 lůžko	umývání vč. personálu	0,1	3,5	komplexní činnost ¹⁾ = 1,0	
	Kojenecké ústavy	1 dítě	umývání vč. personálu	0,125	5	komplexní činnost ¹⁾ = 1,0	
	Jesle, dětské domovy	1 dítě	umývání vč. personálu	0,07	2,5	komplexní činnost ¹⁾ = 1,0	
		100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,2 - 1,5	
Očistné lázně			1 osoba	2x sprcha+vana	0,16	6,5	1,0
			100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,2
Vaření a mytí nádobí	jen výdej		1 jídlo	mytí jídelního nádobí	0,001-80 °C	0,1	s myčkou nádobí = 0,5 bez myčky nádobí = 1,0
	příprava a výdej	malý sortiment jidel restaurační provoz	1 jídlo	mytí varného a jí- delního nádobí	0,0015 – 80 °C	0,15	s myčkou nádobí = 0,7
			1 jídlo		0,002 – 80 °C	0,2	s myčkou nádobí = 0,8
			100 m ²	úklid		0,8	úklid = 1,0
		Hygienická zařízení podniků a sportovních zařízení			1 os./sm	umyvadla	0,02
			1 os./sm	sprchy	0,04	1,4	1,0
			100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,0
Součinitel prodloužení doby dávky p_d : čistý provoz 1; špinavý provoz 1,5; značně špinavý provoz 2.							
1) Pod pojmem komplexní činnost se rozumí umývání osob, umývání nádobí a úklid.							

První způsob, sečtením jednotlivých dávek teplé vody na mytí osob, mytí nádobí a na úklid, se použije v případě, kdy jsme schopni určit množství jednotlivých úkonů. Avšak odhadnout kolikrát se obyvatelé domu půjdou sprchovat, mýt nádobí a uklízet, je velice obtížné.

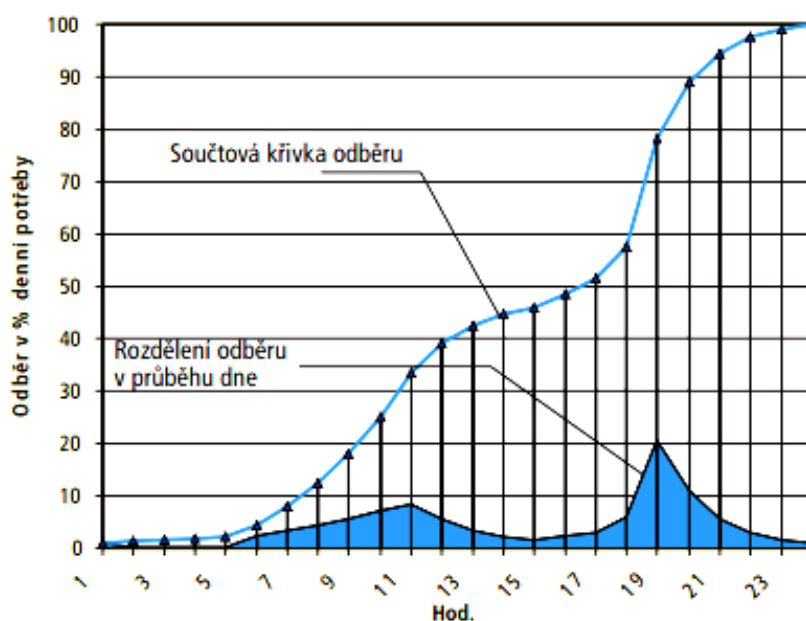
Druhý způsob určení výsledné potřeby teplé vody, podle bilancí potřeby teplé vody uvedené v tabulce č. 1 z ČSN 06 0320, se určí jako součet potřeby teplé vody pro danou činnost a potřeby teplé vody na úklid, stanovené podle půdorysné plochy. [2]

A.4.2 Rozložení odběru teplé vody

U každého druhu provozu se rozložení odběru teplé vody během periody značně liší. Její nejlepší vyjádření je pomocí křivky odběru teplé vody, které se stanoví buď z naměřených hodnot v podobném zařízení nebo časovým rozbořem odběru. Časový průběh odběru teplé vody je důležitý pro správné navrhování zařízení pro přípravu teplé vody. Avšak je třeba vzít v úvahu, že všechny normativní podkladové hodnoty jsou pouze informativní, a že při návrhu konkrétního zařízení je potřeba přihlédnout k místním podmínkám.

Křivka odběru teplé vody je závislost množství odebrané teplé vody během periody (den, směna). Jedná se o součtovou křivku a pro její sestavení platí určité zásady:

- křivka teplé vody s rostoucím časem neklesá
- při nulovém odběru teplé vody v určitém intervalu je část křivky rovnoběžná s časovou osou
- největší stoupání křivky odběru teplé vody je úměrné největšímu průtoku teplé vody
- pro určení maximálního (špičkového) průtoku teplé vody může být použita pouze křivka nebo její část vytvořená z krátkých časových intervalů. [2] [3]

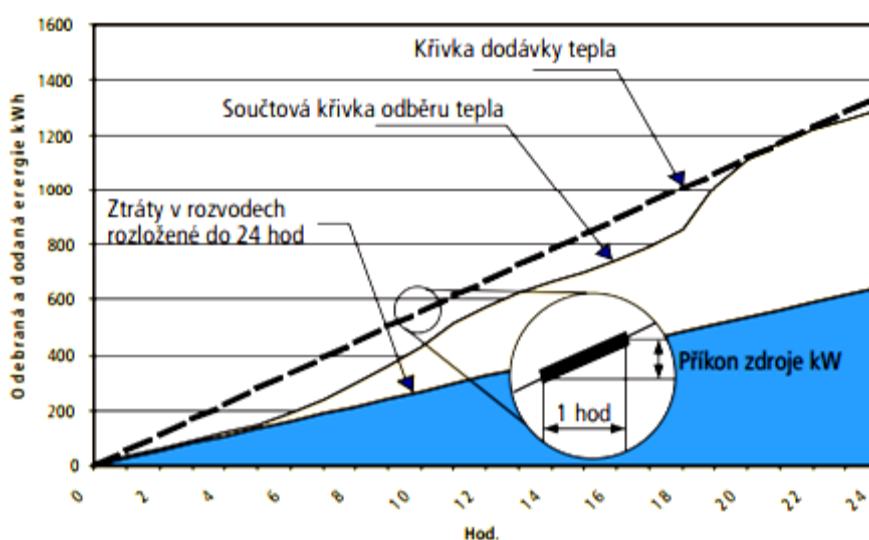


Obrázek 2 Příklad křivky odběru teplé vody [3]

A.4.3 Křivka odběru a dodávky tepla

Křivka odběru tepla je závislost mezi odběrem tepla z ohřívače na čase během periody. Vytvoří se obdobně jako křivka odběru teplé vody, pouze převedeme množství odebrané teplé vody na teplo a připočteme předpokládané ztráty. Po sestrojení obdržíme názorný graf, který ukazuje kolik tepla a v jakém množství musíme dodat, abychom pokryli potřebu teplé vody v daném objektu.

Křivka dodávky tepla vyjadřuje závislost mezi dodávkou tepla do ohříváče na čase během periody. Při konstantní dodávce tepla v průběhu periody má křivka tvar přímky s počátkem v nule, která musí být vždy nad křivkou odběru. [3]



Obrázek 3 Příklad křivky potřeby a dodávky tepla [3]

A.4.4 Způsoby přípravy teplé vody v bytových domech

V dnešní době se zásobování teplou vodou řadí ke standardnímu vybavení všech navrhovaných staveb. Přípravu teplé vody lze rozdělit hned z několika hledisek, a to z hlediska způsobu přídávání tepla, místa ohřevu, konstrukce zařízení a počtu primárních zdrojů energie. Tyto systémy mají odlišné prostorové požadavky a požadavky pro správný návrh. Volba vhodného způsobu závisí na několika aspektech. Je tedy nutné zvážit potřebu teplé vody a její časový průběh pro jednotlivé zdroje, druh dostupné energie, ale také typ budovy a způsob jeho užívání, dispoziční uspořádání atd. Vztít v úvahu je také potřeba počet zdrojů teplé vody, tepelný výkon zdrojů a jejich akumulací objem.

A.4.4.1 Dle způsobu předávání tepla

a) Přímé

Při přímém ohřevu vody dochází ke směšování vody s vodní párou nebo horkou vodou. Děje se tak přestupem tepla z povrchu elektrické topné vložky nebo přestupem z tepelného výměníku mezi spaliny a ohřívanou vodou.

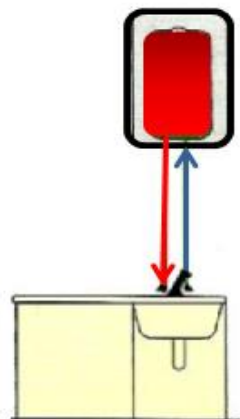
b) Nepřímé

U nepřímého ohřívání dochází k předávání tepla přes teplosměnnou plochu mezi dvěma kapalinami. [2]

A.4.4.2 Dle místa ohřevu

a) Místní

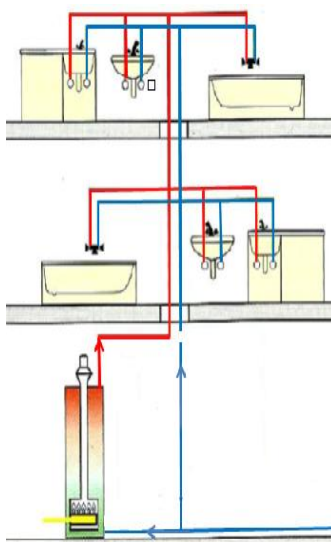
Místní (lokální) ohřev vody probíhá přímo v místě použití nebo v jeho bezprostřední blízkosti. Tento způsob ohřevu je vhodný pro malé množství odběrných míst.



Obrázek 4 Místní ohřev vody [4]

b) Ústřední

Ústřední (centrální) příprava vody se provádí v jednom místě v objektu (obvykle v kotelně nebo domovní předávací stanici). Teplá voda je rozváděna potrubím ke všem odběrným místům v celém objektu nebo jeho části. Při ústředním ohřevu vody je potřeba návrh cirkulace teplé vody a veškeré rozvody teplé vody musí být tepelně izolovány pro snížení tepelných ztrát.



Obrázek 5 Ústřední ohřev vody [4]

A.4.4.3 Dle konstrukce zařízení

a) Zásobníkové

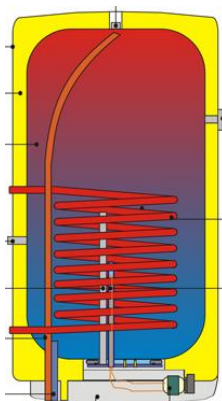
Při zásobníkovém ohřevu se voda ohřívá určitou dobu v zásobní nádrži. Zásoba akumulované teplé vody slouží k pokrytí nerovnoměrnosti odběru vody během určitého časového úseku.

b) Průtočné

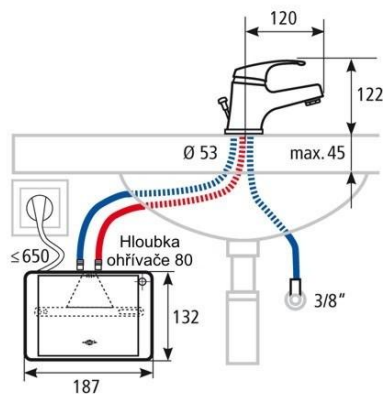
Průtokový ohřev vody znamená, že voda je ohřívána v okamžiku, kdy protéká ohříváčem a to pouze v množství, které se ihned spotřebuje. Tudíž není zde k dispozici žádná zásoba teplé vody a průtokové zařízení je vhodné osazovat pouze v místech s menší potřebou teplé vody.

c) Smíšené

Smíšený ohřev je kombinace zásobníkového a průtokového ohřevu. Používá se pro případ, kde průtokové ohřívání je doplněno zásobníkem teplé vody pro pokrytí krátkodobých odběrných špiček. [5]



Obrázek 6 Zásobníkový ohřev vody [6]



Obrázek 7 Průtokový ohřev vody [7]

A.4.4.4 Dle počtu primárních zdrojů energie

a) Jednoduché

Jednoduché zařízení pro přípravu teplé vody se uplatňuje tam, kde je zajištěna nepřetržitá dodávka energie.

b) Kombinované

Kombinované zařízení se využijí v případě, kdy chceme využít více druhů energie. Může to být kombinace například pevná paliva a elektřina, plyn a elektřina, solární energie a plyn. [2]

A.4.4.5 Dle provozního tlaku zařízení

a) Beztlakové

Beztlakové zařízení, neboli otevřené, znamená, když je hladina vody trvale ve styku s ovzduším. V beztlakovém systému lze připojit pouze jedno odběrné místo (sprchu, umyvadlo, dřez).

b) Tlakové

Tlaková zařízení, neboli uzavřená, jsou napojena na vnitřní vodovod a jsou pod stálým tlakem. V takovém to provedení lze připojit více odběrných míst.

A.5 EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

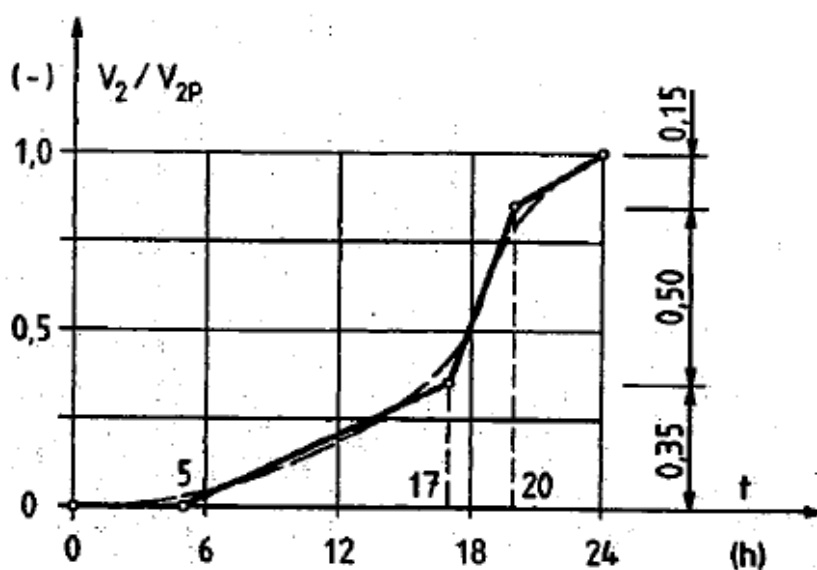
A.5.1 Experimentální stanovení spotřeby teplé vody v bytovém domě

A.5.1.1 Úvod

V předešlé kapitole bylo podrobně popsáno, jak stanovit potřebu teplé vody. Jak již bylo zmíněno, jedná se o hlavní veličinu, která je základem pro správný návrh celého zařízení, tj. pro stanovení velikosti ohřívače a velikosti zásobníku. Pro zjištění je potřeba znát časový průběh potřeby, který je nutno popsat více parametry. Parametry jsou:

- potřeba teplé vody během zvolené periody
- rozložení odběru teplé vody v průběhu periody
- křivka odběru a dodávky tepla. [2]

Stanovení křivky odběru a dodávky tepla v objektu se stanoví buď měřením na podobném zařízení (což ale není vždy možné) nebo časovým rozbořem odběru. Pro bytové domy se však nejčastěji používá standardní křivka odběru udávaná v poměrném tvaru, která udává norma ČSN 06 0320. [1]



Obrázek 8 Křivka dodávky a odběru TV pro bytové objekty dle ČSN 06 0320 [1]

Cílem v experimentální části je určit rozdělení odběru teplé vody v bytovém domě během periody a návrh ústředního ohřevu TV.

Experimentální měření bylo prováděno na bytovém domě v Brně, v ulici Šumavská v průběhu měsíce června. Bytový dům obsahuje 60 bytů s celkovým počtem 180 osob. Pro realizaci měření byla použita měřicí ústředna ALMEMO.



Obrázek 9 Měřený bytový dům v Brně, ulice Šumavská [8]

A.5.1.2 Popis metody a přístrojové techniky

Pro měření průtoku na vodovodním potrubí teplé vody byla použita měřicí ústředna ALMEMO A5690-2 TS od firmy AHLBORN. Osazení, včetně všech montážních prací, provedla odborná firma. Před samotným osazením průtokoměru byla v bytovém domě ohlášena dočasná odstávka vody.

Použitá přístrojová technika:

- průtokoměr
- datakabel VT 4025MSHNS000F DN 40
- měřicí ústředna ALMEMO A5690-2 TS od firmy AHLBORN

Postup a popis měření:

Po oznámení byla provedena dočasná odstávka vody a odborná firma provedla montáž průtokoměru na vodovodní potrubí teplé vody. Pro instalaci měřicího zařízení bylo potřeba potrubí

teplé vody rozříznout a do vyjmuté části vodovodního potrubí vložit průtokoměr. Zde bylo důležité, aby průtokoměr byl pro správnou funkčnost osazen ve směru proudění vody. Poté se propojil s měřicí ústřednou pomocí vhodného datakabelu.



Obrázek 10 Osazení průtokoměru s datakabelem

Při zapnutí ústředny se nastavil časový krok pro snímání dat, zkontroloval aktuální čas a data. Po nastavení ústředny se zapnul přívod vody a byla provedena prvotní kontrola funkčnosti přístrojové techniky. Po provedení kontroly se měřicí ústředna uschovala do plechové bedny s víkem.



Obrázek 11 Uložení měřicí ústředny do plechové bedny

Plechová bedna se opatřila řetězem omotaným kolem pevného potrubí a uzamkla zámek. Měřicí ústředna zaznamenávala jednotlivé průtoky po dobu tří týdnů v měsíci červen. Po uplynutí tří týdnů bylo potřeba zařízení demontovat a potrubí uvést do původního stavu, opět odbornou firmou.



Obrázek 12 Plechová bedna

Veškeré měřené hodnoty byly zaznamenávány do paměti měřicí ústředny. Po získání naměřených hodnot byly hodnoty zpracovány, vyhodnoceny a porovnány s normovými hodnotami uvedené v ČSN 06 0320.

A.5.1.3 Vyhodnocení dat z měření

Vyhodnocení naměřených dat je potřeba brát orientačně, neboť průtoky získané z měřicí ústředny jsou průtoky teplé vody včetně cirkulace TV. Průtok cirkulace uvažujeme 0,466 l/s (nečastěji se vyskytující minimální naměřená hodnota), avšak v této hodnotě se mohou skrývat malé odběry teplé vody. Z tohoto důvodu jsou některé výsledky pro přehlednost vyhodnoceny s cirkulací TV i bez cirkulace TV.

Rozložení spotřeby TV během dne:

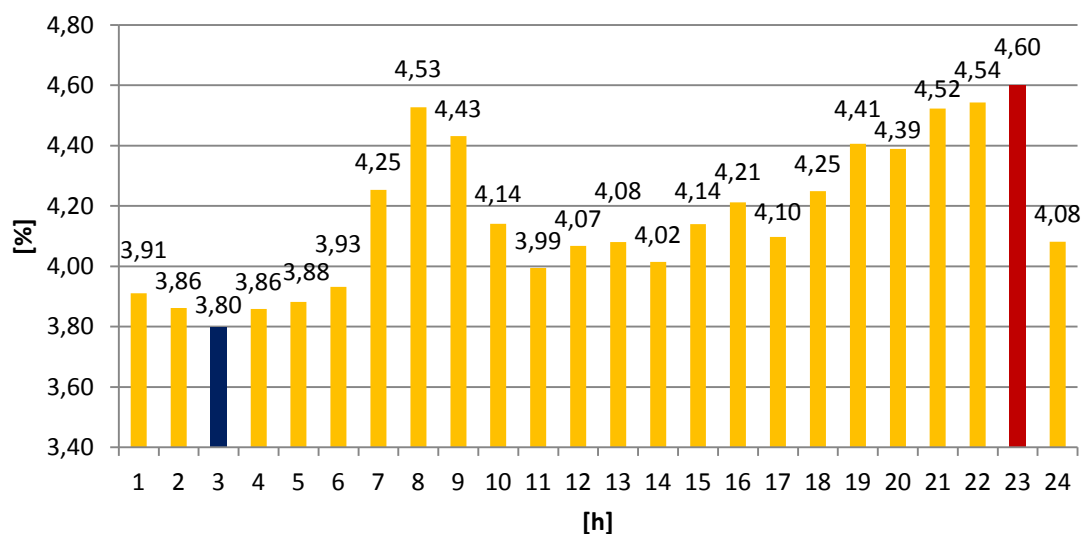
Celkem bylo zpracováno přes 2 miliónů naměřených veličin. Z důvodu velkého množství dat, byly data pro přehlednost zpracovány pro každý den zvlášť po dobu tří týdnů. V tabulkách a grafech pod textem můžeme vidět přehled hodinových průtoků v jednotlivých dnech. Zvlášť jsou vyhodnoceny pracovní dny (pondělí až pátek) a volné dny (sobota a neděle). Jak již bylo zmíněno, naměřené průtoky jsou včetně průtoků cirkulace TV. Proto se data vyhodnotila i s odečtením cirkulace TV a vzájemně se porovnal grafický výstup.

1. týden:

Tabulka 2 Spotřeba TV v l/h vč. cirkulace – 1. týden

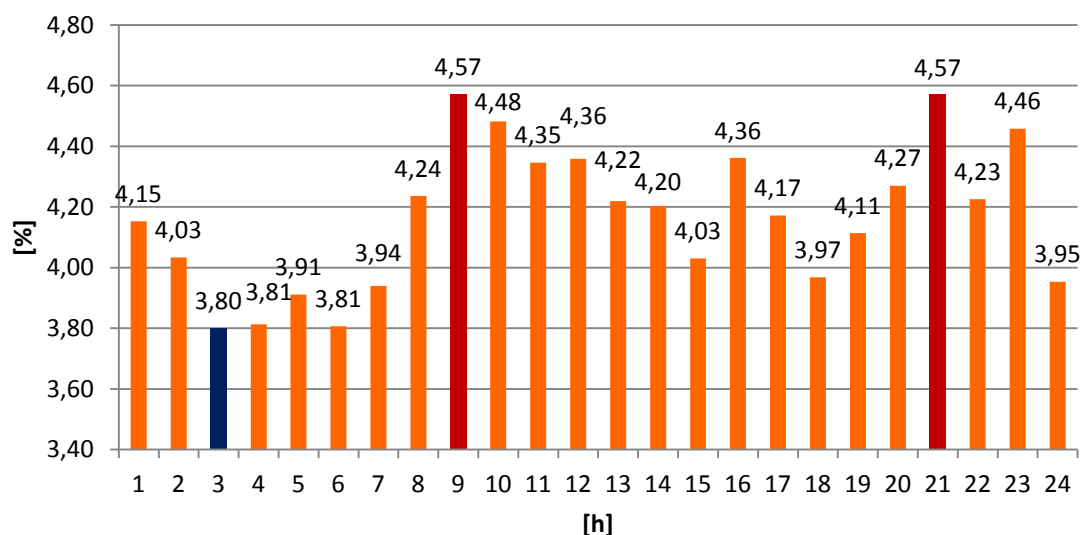
	PRACOVNÍ DEN						VOLNÝ DEN				
	PONDĚLÍ 9.5.	ÚTERÝ 10.5.	STŘEDA 4.5.	ČTVRTEK 5.5.	PÁTEK 6.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)	SOBOTA 7.5.	NEDĚLE 8.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)
0 - 1	1747,63	1772,28	1782,60	1833,28	2166,28	1860,42	3,91	1888,52	1903,28	1895,90	4,15
1 - 2	1713,07	1745,32	1778,87	1778,87	2170,98	1837,42	3,86	1885,77	1797,07	1841,42	4,03
2 - 3	1696,88	1694,23	1738,87	1739,33	2167,82	1807,43	3,80	1733,22	1736,40	1734,81	3,80
3 - 4	1721,70	1729,97	1739,23	1738,60	2247,92	1835,48	3,86	1734,32	1747,62	1740,97	3,81
4 - 5	1747,57	1733,55	1810,00	1752,67	2190,93	1846,94	3,88	1780,73	1790,42	1785,58	3,91
5 - 6	1819,30	1778,32	1766,43	1822,93	2165,52	1870,50	3,93	1744,48	1731,72	1738,10	3,81
6 - 7	1930,70	1951,12	1919,60	1919,60	2397,52	2023,71	4,25	1818,27	1778,88	1798,58	3,94
7 - 8	2182,55	2111,60	2066,57	2025,07	2381,97	2153,55	4,53	1977,52	1890,17	1933,84	4,24
8 - 9	1959,37	2012,07	2018,60	2111,13	2439,95	2108,22	4,43	2229,65	1945,45	2087,55	4,57
9 - 10	1832,60	1778,15	1944,10	2202,47	2092,48	1969,96	4,14	2047,80	2045,02	2046,41	4,48
10 - 11	1760,23	1865,17	1793,27	2256,95	1826,15	1900,35	3,99	2031,42	1937,28	1984,35	4,35
11 - 12	1796,28	1800,43	1888,90	2323,00	1868,02	1935,33	4,07	1995,78	1984,35	1990,07	4,36
12 - 13	1802,47	1767,62	1854,67	2335,45	1947,05	1941,45	4,08	1956,73	1896,43	1926,58	4,22
13 - 14	1814,38	1891,85	1822,82	2235,87	1785,57	1910,10	4,02	1873,67	1963,93	1918,80	4,20
14 - 15	1871,57	1816,35	1891,55	2328,80	1940,07	1969,67	4,14	1860,10	1820,25	1840,18	4,03
15 - 16	1943,18	1916,20	1965,50	2312,02	1882,73	2003,93	4,21	2028,72	1953,80	1991,26	4,36
16 - 17	1821,52	1955,60	1837,93	2250,23	1882,30	1949,52	4,10	1855,42	1953,75	1904,58	4,17
17 - 18	1819,57	2009,87	1895,07	2500,90	1881,55	2021,39	4,25	1763,15	1860,17	1811,66	3,97
18 - 19	2049,75	1999,35	2042,58	2423,70	1965,52	2096,18	4,41	1873,55	1882,90	1878,22	4,11
19 - 20	2064,17	1947,70	2041,08	2480,85	1907,38	2088,24	4,39	1887,50	2011,88	1949,69	4,27
20 - 21	2069,17	2141,85	2058,90	2534,17	1954,93	2151,80	4,52	1975,83	2196,67	2086,25	4,57
21 - 22	2264,62	2081,25	2104,50	2529,38	1826,93	2161,34	4,54	1856,08	2002,55	1929,32	4,23
22 - 23	1994,48	2111,35	2177,00	2554,20	2106,07	2188,62	4,60	1996,90	2073,93	2035,42	4,46
23 - 24	1762,47	1940,83	1921,77	2218,28	1865,40	1941,75	4,08	1735,58	1874,38	1804,98	3,95

ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH - 1. týden



Graf 1 Rozložení spotřeby TV vč. cirkulace v pracovních dnech v 1. týdnu

ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE VE VOLNÝCH DNECH - 1. týden

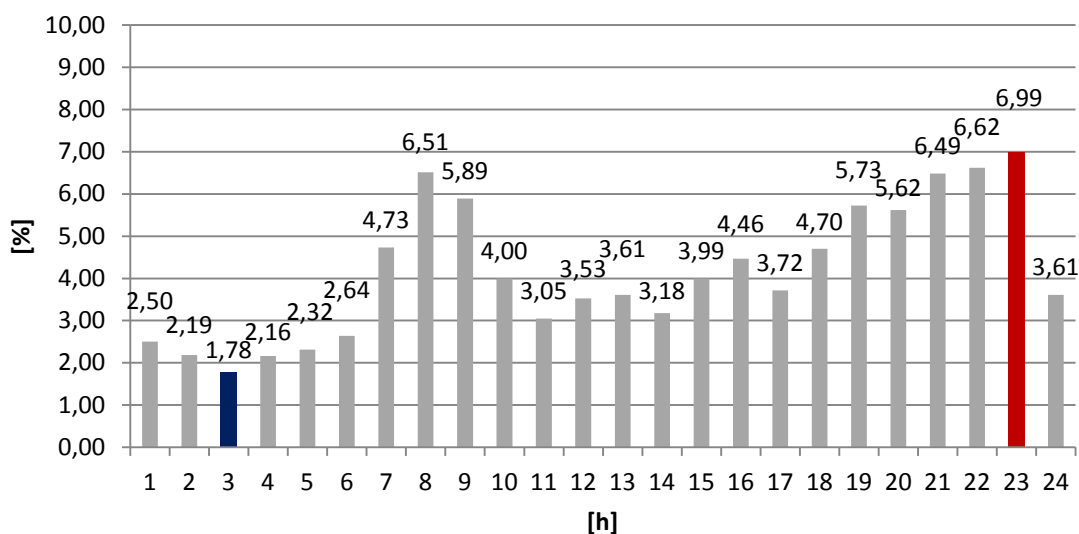


Graf 2 Rozložení spotřeby TV vč. cirkulace ve volných dnech v 1. týdnu

Tabulka 3 Spotřeba TV v l/h bez cirkulace – 1. týden

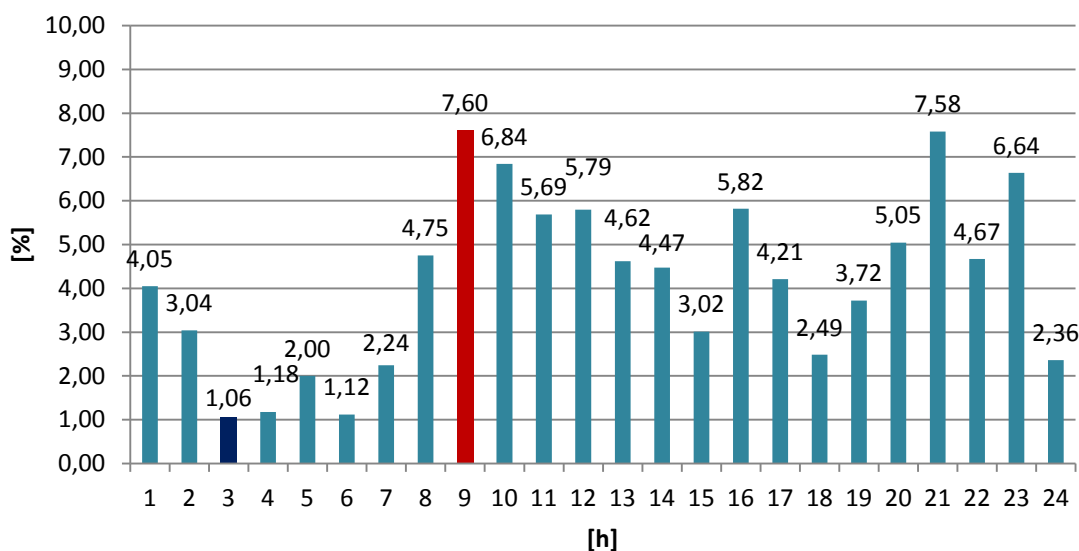
	PRACOVNÍ DEN						VOLNÝ DEN				
	PONDĚLÍ 9.5.	ÚTERÝ 10.5.	STŘEDA 4.5.	ČTVRTEK 5.5.	PÁTEK 6.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)	SOBOTA 7.5.	NEDĚLE 8.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)
0 - 1	70,03	94,68	105,00	155,68	488,68	182,82	2,50	210,92	225,68	218,30	4,05
1 - 2	35,47	67,72	101,27	101,27	493,38	159,82	2,19	208,17	119,47	163,82	3,04
2 - 3	19,28	16,63	61,27	61,73	490,22	129,83	1,78	55,62	58,80	57,21	1,06
3 - 4	44,10	52,37	61,63	61,00	570,32	157,88	2,16	56,72	70,02	63,37	1,18
4 - 5	69,97	55,95	132,40	75,07	513,33	169,34	2,32	103,13	112,82	107,98	2,00
5 - 6	141,70	100,72	88,83	145,33	487,92	192,90	2,64	66,88	54,12	60,50	1,12
6 - 7	253,10	273,52	242,00	242,00	719,92	346,11	4,73	140,67	101,28	120,98	2,24
7 - 8	504,95	434,00	388,97	347,47	704,37	475,95	6,51	299,92	212,57	256,24	4,75
8 - 9	281,77	334,47	341,00	433,53	762,35	430,62	5,89	552,05	267,85	409,95	7,60
9 - 10	155,00	100,55	266,50	524,87	414,88	292,36	4,00	370,20	367,42	368,81	6,84
10 - 11	82,63	187,57	115,67	579,35	148,55	222,75	3,05	353,82	259,68	306,75	5,69
11 - 12	118,68	122,83	211,30	645,40	190,42	257,73	3,53	318,18	306,75	312,47	5,79
12 - 13	124,87	90,02	177,07	657,85	269,45	263,85	3,61	279,13	218,83	248,98	4,62
13 - 14	136,78	214,25	145,22	558,27	107,97	232,50	3,18	196,07	286,33	241,20	4,47
14 - 15	193,97	138,75	213,95	651,20	262,47	292,07	3,99	182,50	142,65	162,58	3,02
15 - 16	265,58	238,60	287,90	634,42	205,13	326,33	4,46	351,12	276,20	313,66	5,82
16 - 17	143,92	278,00	160,33	572,63	204,70	271,92	3,72	177,82	276,15	226,98	4,21
17 - 18	141,97	332,27	217,47	823,30	203,95	343,79	4,70	85,55	182,57	134,06	2,49
18 - 19	372,15	321,75	364,98	746,10	287,92	418,58	5,73	195,95	205,30	200,62	3,72
19 - 20	386,57	270,10	363,48	803,25	229,78	410,64	5,62	209,90	334,28	272,09	5,05
20 - 21	391,57	464,25	381,30	856,57	277,33	474,20	6,49	298,23	519,07	408,65	7,58
21 - 22	587,02	403,65	426,90	851,78	149,33	483,74	6,62	178,48	324,95	251,72	4,67
22 - 23	316,88	433,75	499,40	876,60	428,47	511,02	6,99	319,30	396,33	357,82	6,64
23 - 24	84,87	263,23	244,17	540,68	187,80	264,15	3,61	57,98	196,78	127,38	2,36

ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CIRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH - 1. týden



Graf 3 Rozložení spotřeby TV bez cirkulace v pracovních dnech v 1. týdnu

ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CIRKULACE VE VOLNÝCH DNECH - 1. týden

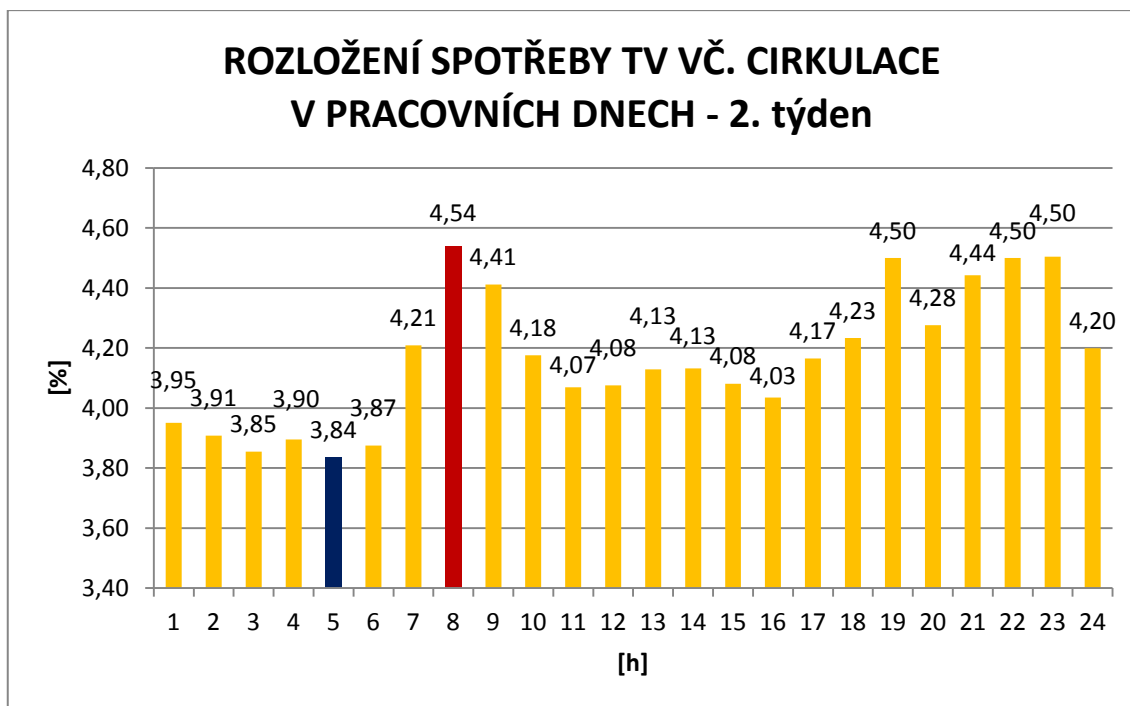


Graf 4 Rozložení spotřeby TV bez cirkulace ve volných dnech v 1. týdnu

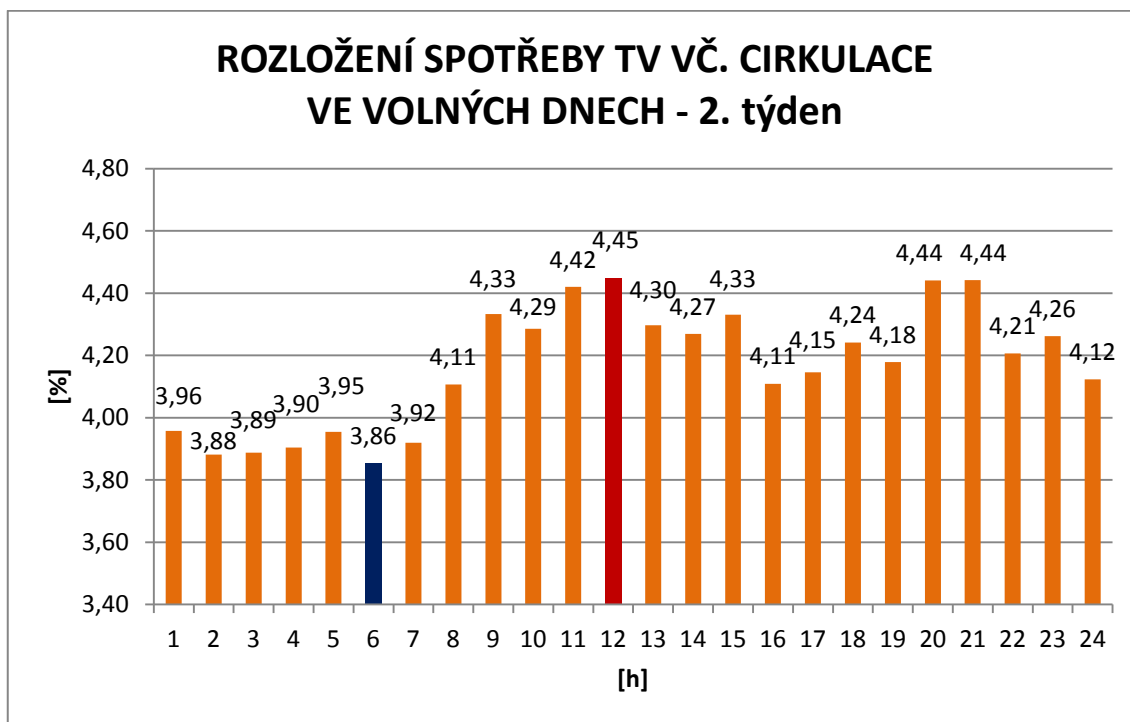
2. týden:

Tabulka 4 Spotřeba TV v l/h vč. cirkulace – 2. týden

	PRACOVNÍ DEN						VOLNÝ DEN				
	PONDĚLÍ 16.5.	ÚTERÝ 17.5.	STŘEDA 18.5.	ČTVRTEK 12.5.	PÁTEK 13.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)	SOBOTA 14.5.	NEDĚLE 15.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)
0 - 1	1746,27	1851,25	1757,87	1773,23	1821,35	1789,99	3,95	1764,55	1800,17	1782,36	3,96
1 - 2	1852,85	1756,37	1768,35	1743,83	1731,97	1770,67	3,91	1751,50	1744,58	1748,04	3,88
2 - 3	1835,22	1742,15	1697,88	1762,00	1696,25	1746,70	3,85	1744,45	1756,88	1750,67	3,89
3 - 4	1736,68	1853,38	1699,42	1787,68	1747,53	1764,94	3,90	1772,42	1743,73	1758,08	3,90
4 - 5	1736,27	1747,38	1731,22	1777,40	1701,33	1738,72	3,84	1735,83	1826,05	1780,94	3,95
5 - 6	1761,88	1772,82	1734,20	1729,37	1779,88	1755,63	3,87	1725,98	1746,50	1736,24	3,86
6 - 7	1949,90	1974,35	1925,98	1860,82	1825,27	1907,26	4,21	1769,45	1760,90	1765,18	3,92
7 - 8	2065,37	2134,32	2071,52	2025,17	1988,85	2057,04	4,54	1813,73	1885,07	1849,40	4,11
8 - 9	1997,38	1887,57	2020,48	2015,38	2074,75	1999,11	4,41	1980,12	1923,03	1951,57	4,33
9 - 10	1853,80	1888,72	1927,45	1902,33	1889,12	1892,28	4,18	1942,77	1917,18	1929,97	4,29
10 - 11	1806,88	1850,73	1852,18	1874,07	1835,40	1843,85	4,07	2062,63	1918,70	1990,67	4,42
11 - 12	1865,92	1855,22	1796,55	1859,07	1856,02	1846,55	4,08	2022,12	1985,25	2003,68	4,45
12 - 13	1876,92	1835,60	1859,27	1891,70	1889,70	1870,64	4,13	1937,50	1933,28	1935,39	4,30
13 - 14	1814,98	1913,13	1794,17	1869,53	1968,68	1872,10	4,13	1931,93	1913,75	1922,84	4,27
14 - 15	1880,80	1809,95	1879,45	1783,30	1892,63	1849,23	4,08	1965,05	1936,12	1950,58	4,33
15 - 16	1850,27	1830,55	1795,40	1811,95	1853,25	1828,28	4,03	1819,93	1881,35	1850,64	4,11
16 - 17	1956,20	1782,87	1742,57	1910,75	2044,10	1887,30	4,17	1812,08	1921,70	1866,89	4,15
17 - 18	1876,65	1978,02	1902,58	1923,33	1911,00	1918,32	4,23	1963,12	1857,48	1910,30	4,24
18 - 19	1955,98	2242,08	1997,87	2081,05	1918,22	2039,04	4,50	1777,52	1985,93	1881,73	4,18
19 - 20	1942,10	1945,38	2015,52	1911,03	1873,27	1937,46	4,28	1879,27	2120,98	2000,13	4,44
20 - 21	2059,38	2104,17	1968,17	2049,13	1882,93	2012,76	4,44	1915,65	2085,57	2000,61	4,44
21 - 22	2106,20	2220,72	1973,10	1856,45	2039,98	2039,29	4,50	1846,58	1941,90	1894,24	4,21
22 - 23	2138,02	2055,30	2060,03	2047,23	1904,82	2041,08	4,50	1844,08	1994,75	1919,42	4,26
23 - 24	1833,20	1983,12	1926,53	1902,03	1868,68	1902,71	4,20	1875,70	1837,73	1856,72	4,12



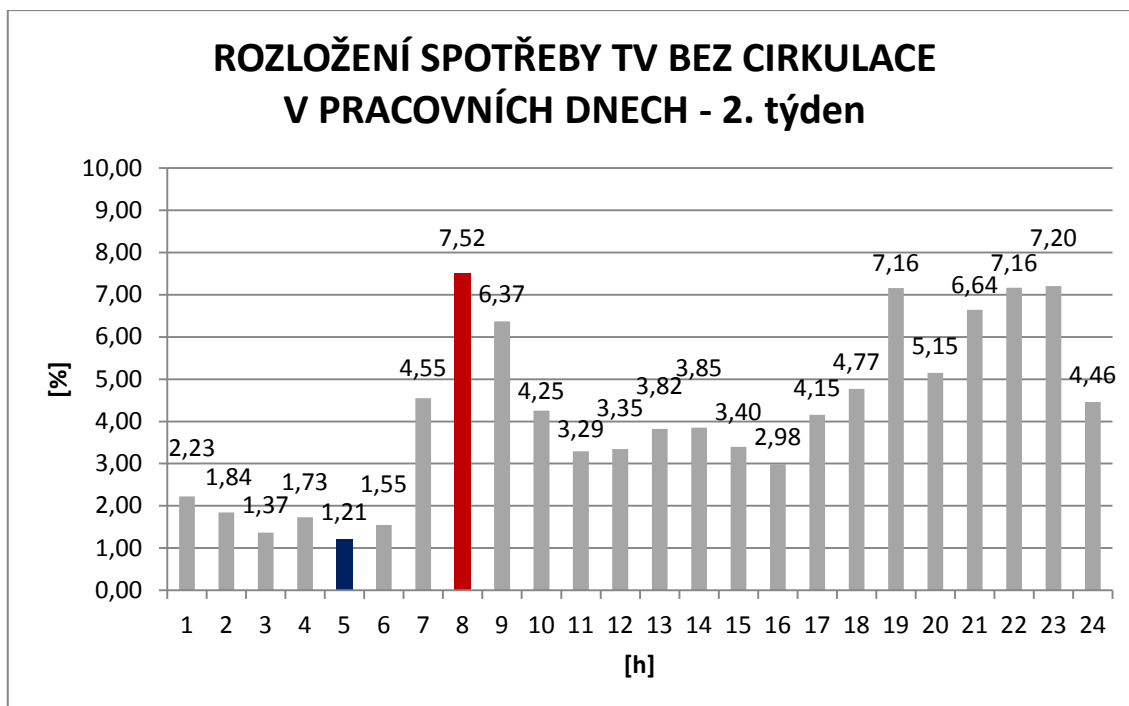
Graf 5 Rozložení spotřeby TV vč. cirkulace v pracovních dnech ve 2. týdnu



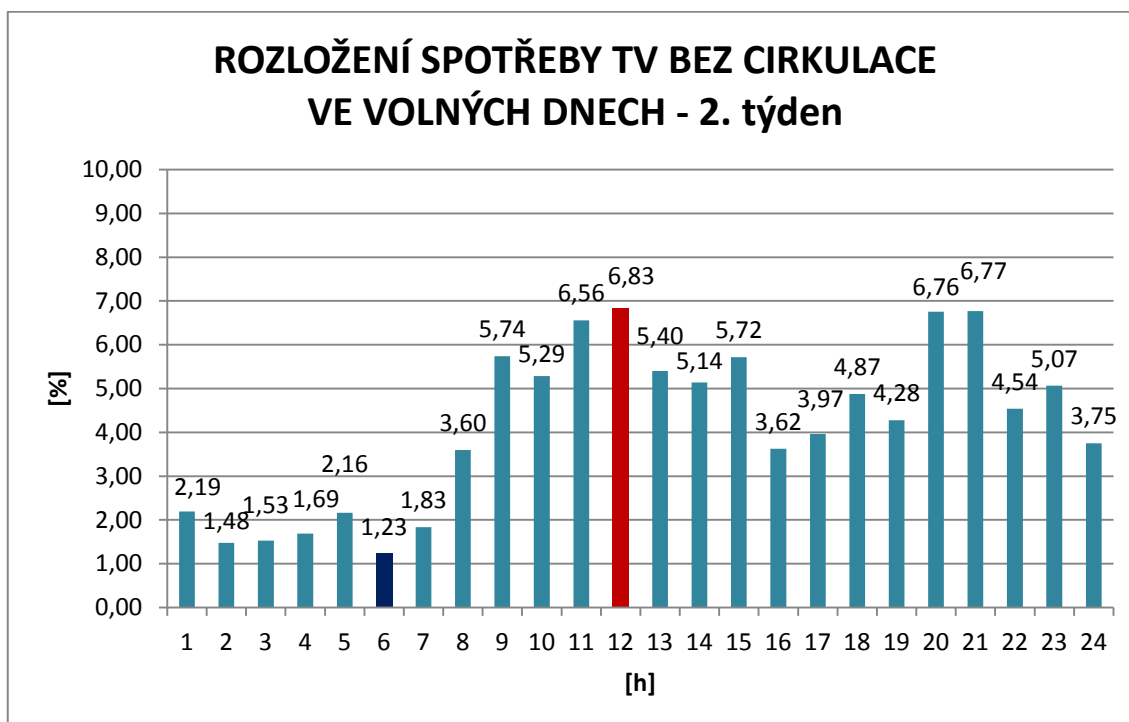
Graf 6 Rozložení spotřeby TV vč. cirkulace ve volných dnech ve 2. týdnu

Tabulka 5 Spotřeba TV v l/h bez cirkulace – 2. týden

	PRACOVNÍ DEN						VOLNÝ DEN				
	PONDĚLÍ 16.5.	ÚTERÝ 17.5.	STŘEDA 18.5.	ČTVRTEK 12.5.	PÁTEK 13.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)	SOBOTA 14.5.	NEDĚLE 15.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)
0 - 1	68,67	173,65	80,27	95,63	143,75	112,39	2,23	86,95	122,57	104,76	2,19
1 - 2	175,25	78,77	90,75	66,23	54,37	93,07	1,84	73,90	66,98	70,44	1,48
2 - 3	157,62	64,55	20,28	84,40	18,65	69,10	1,37	66,85	79,28	73,07	1,53
3 - 4	59,08	175,78	21,82	110,08	69,93	87,34	1,73	94,82	66,13	80,48	1,69
4 - 5	58,67	69,78	53,62	99,80	23,73	61,12	1,21	58,23	148,45	103,34	2,16
5 - 6	84,28	95,22	56,60	51,77	102,28	78,03	1,55	48,38	68,90	58,64	1,23
6 - 7	272,30	296,75	248,38	183,22	147,67	229,66	4,55	91,85	83,30	87,58	1,83
7 - 8	387,77	456,72	393,92	347,57	311,25	379,44	7,52	136,13	207,47	171,80	3,60
8 - 9	319,78	209,97	342,88	337,78	397,15	321,51	6,37	302,52	245,43	273,97	5,74
9 - 10	176,20	211,12	249,85	224,73	211,52	214,68	4,25	265,17	239,58	252,37	5,29
10 - 11	129,28	173,13	174,58	196,47	157,80	166,25	3,29	385,03	241,10	313,07	6,56
11 - 12	188,32	177,62	118,95	181,47	178,42	168,95	3,35	344,52	307,65	326,08	6,83
12 - 13	199,32	158,00	181,67	214,10	212,10	193,04	3,82	259,90	255,68	257,79	5,40
13 - 14	137,38	235,53	116,57	191,93	291,08	194,50	3,85	254,33	236,15	245,24	5,14
14 - 15	203,20	132,35	201,85	105,70	215,03	171,63	3,40	287,45	258,52	272,98	5,72
15 - 16	172,67	152,95	117,80	134,35	175,65	150,68	2,98	142,33	203,75	173,04	3,62
16 - 17	278,60	105,27	64,97	233,15	366,50	209,70	4,15	134,48	244,10	189,29	3,97
17 - 18	199,05	300,42	224,98	245,73	233,40	240,72	4,77	285,52	179,88	232,70	4,87
18 - 19	278,38	564,48	320,27	403,45	240,62	361,44	7,16	99,92	308,33	204,13	4,28
19 - 20	264,50	267,78	337,92	233,43	195,67	259,86	5,15	201,67	443,38	322,53	6,76
20 - 21	381,78	426,57	290,57	371,53	205,33	335,16	6,64	238,05	407,97	323,01	6,77
21 - 22	428,60	543,12	295,50	178,85	362,38	361,69	7,16	168,98	264,30	216,64	4,54
22 - 23	460,42	377,70	382,43	369,63	227,22	363,48	7,20	166,48	317,15	241,82	5,07
23 - 24	155,60	305,52	248,93	224,43	191,08	225,11	4,46	198,10	160,13	179,12	3,75



Graf 7 Rozložení spotřeby TV bez cirkulace v pracovních dnech ve 2. týdnu

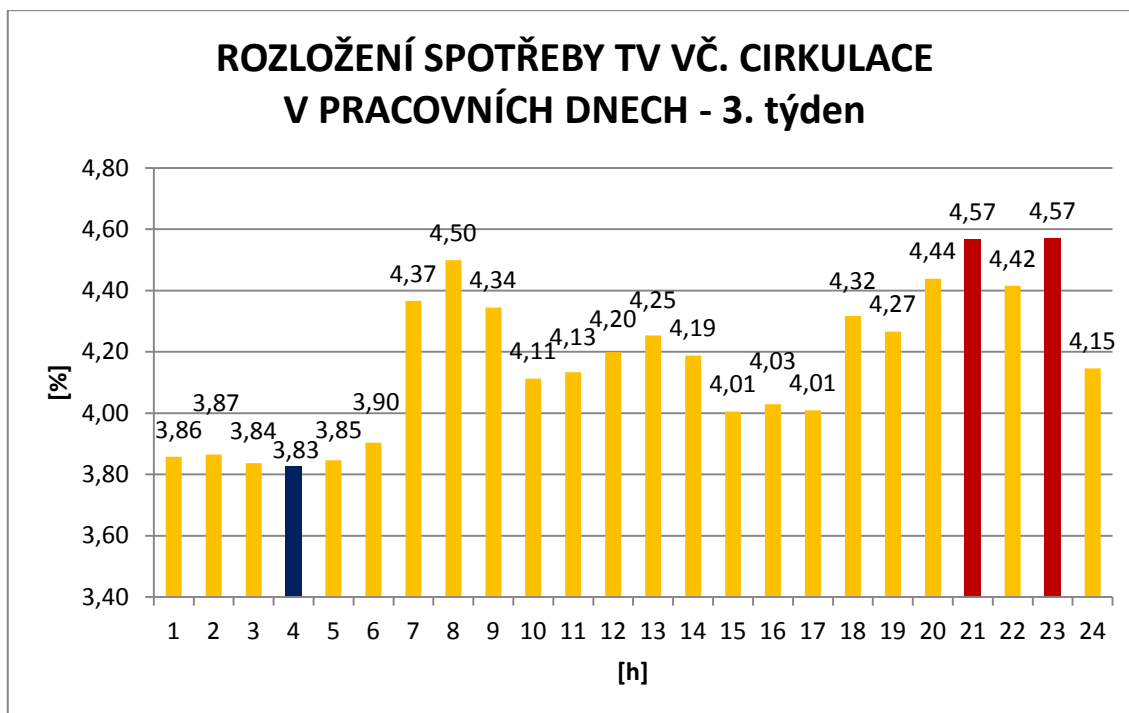


Graf 8 Rozložení spotřeby TV bez cirkulace ve volných dnech ve 2. týdnu

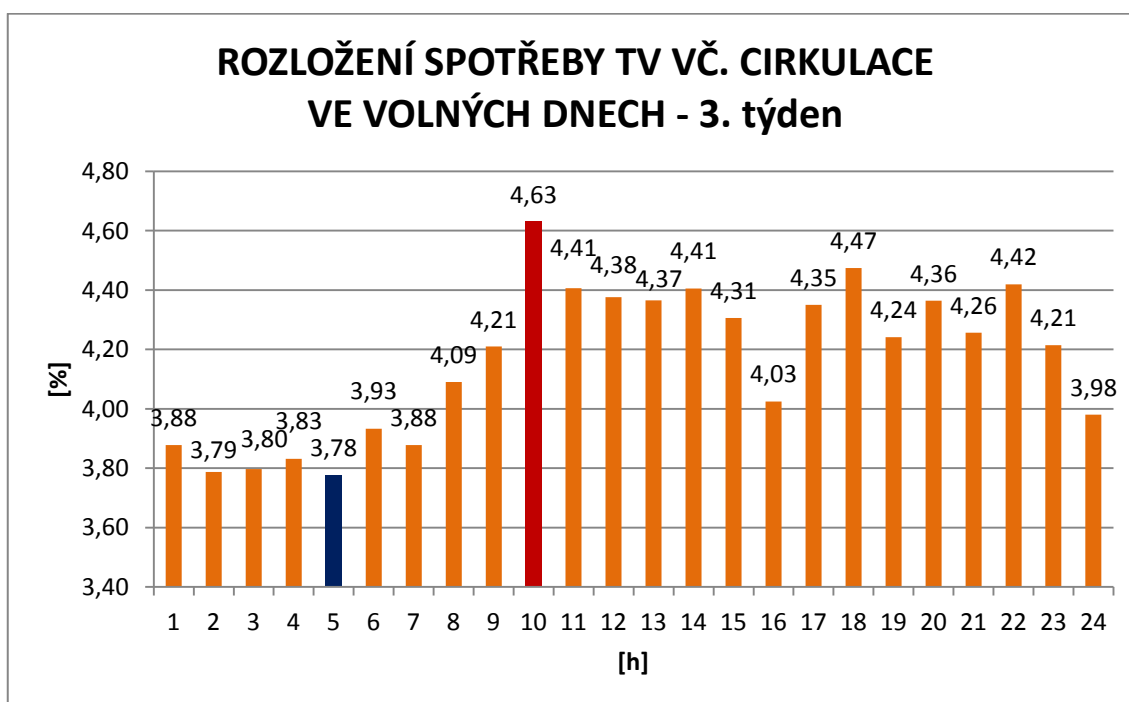
3. týden:

Tabulka 6 Spotřeba TV v l/h vč. cirkulace – 3. týden

	PRACOVNÍ DEN						VOLNÝ DEN				
	PONDĚLÍ 23.5.	ÚTERÝ 24.5.	STŘEDA 25.5.	ČTVRTEK 19.5.	PÁTEK 20.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)	SOBOTA 21.5.	NEDĚLE 22.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)
0 - 1	1687,67	1737,45	1692,52	1792,77	1706,83	1723,45	3,86	1697,22	1764,85	1731,03	3,88
1 - 2	1796,55	1697,47	1710,70	1695,33	1734,68	1726,95	3,87	1689,48	1691,47	1690,48	3,79
2 - 3	1711,72	1683,55	1730,88	1686,03	1759,37	1714,31	3,84	1693,88	1696,03	1694,96	3,80
3 - 4	1763,02	1681,52	1708,25	1690,90	1706,25	1709,99	3,83	1727,93	1692,93	1710,43	3,83
4 - 5	1735,97	1697,68	1719,77	1712,08	1727,53	1718,61	3,85	1687,32	1683,45	1685,38	3,78
5 - 6	1725,72	1736,77	1768,12	1751,43	1739,33	1744,27	3,90	1745,15	1766,18	1755,67	3,93
6 - 7	1940,95	2005,63	1993,13	1838,47	1975,90	1950,82	4,37	1739,35	1722,80	1731,08	3,88
7 - 8	2086,70	2116,75	1950,13	2044,12	1853,20	2010,18	4,50	1809,90	1841,12	1825,51	4,09
8 - 9	1940,28	1881,57	2062,75	1999,32	1821,03	1940,99	4,34	1884,92	1873,23	1879,07	4,21
9 - 10	1796,62	1831,48	1818,07	1881,10	1859,95	1837,44	4,11	2139,90	1993,70	2066,80	4,63
10 - 11	1757,25	1805,65	1864,37	1815,83	1991,88	1847,00	4,13	2012,90	1920,83	1966,87	4,41
11 - 12	1776,58	1821,28	2002,22	1870,25	1912,35	1876,54	4,20	2015,28	1891,28	1953,28	4,38
12 - 13	1829,03	1871,82	1933,90	1891,62	1976,73	1900,62	4,25	1891,27	2005,82	1948,54	4,37
13 - 14	1809,42	1846,20	2040,25	1761,08	1898,20	1871,03	4,19	1947,52	1985,43	1966,47	4,41
14 - 15	1800,92	1742,50	1751,60	1832,28	1820,78	1789,62	4,01	1847,05	1997,20	1922,13	4,31
15 - 16	1777,28	1771,45	1776,68	1908,27	1768,18	1800,37	4,03	1796,32	1796,72	1796,52	4,03
16 - 17	1762,77	1735,85	1735,85	1815,23	1907,77	1791,49	4,01	1946,55	1936,68	1941,62	4,35
17 - 18	1972,77	1945,20	1945,20	1837,45	1943,98	1928,92	4,32	1870,02	2123,67	1996,84	4,47
18 - 19	1850,68	1902,80	1902,80	2035,22	1838,73	1906,05	4,27	1848,77	1937,18	1892,97	4,24
19 - 20	2043,45	1940,00	1940,00	1995,43	1997,62	1983,30	4,44	1952,90	1943,18	1948,04	4,36
20 - 21	2033,42	2121,18	2121,18	1973,57	1956,95	2041,26	4,57	1888,78	1911,27	1900,02	4,26
21 - 22	2009,43	1938,93	1938,93	1951,70	2025,87	1972,97	4,42	1950,43	1994,38	1972,41	4,42
22 - 23	2182,03	1996,00	1996,00	2101,80	1936,97	2042,56	4,57	1852,82	1909,62	1881,22	4,21
23 - 24	1853,15	1863,35	1863,35	1857,58	1824,43	1852,37	4,15	1784,70	1768,10	1776,40	3,98



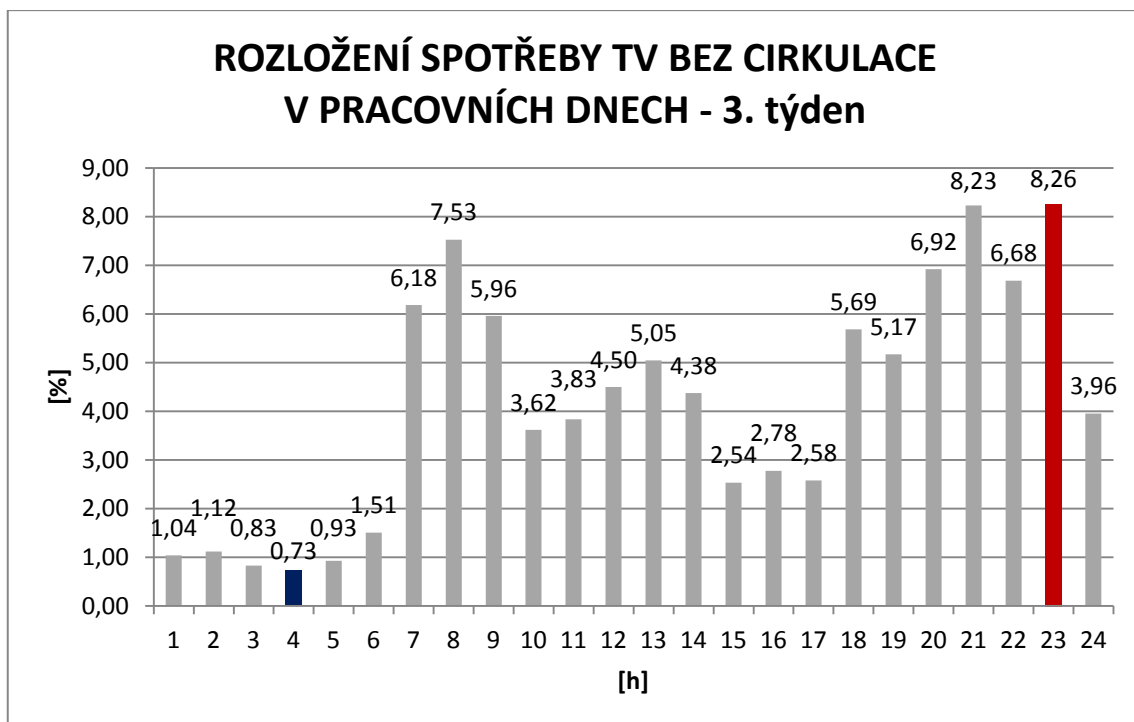
Graf 9 Rozložení spotřeby TV vč. cirkulace v pracovních dnech ve 3. týdnu



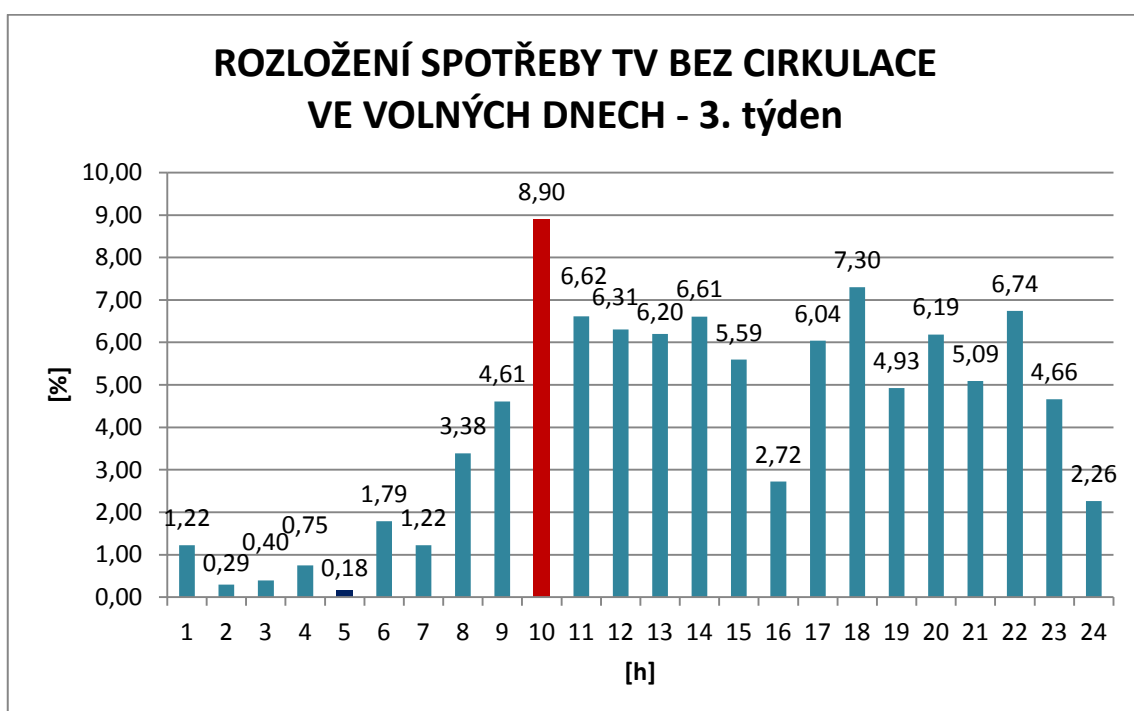
Graf 10 Rozložení spotřeby TV vč. cirkulace ve volných dnech ve 3. týdnu

Tabulka 7 Spotřeba TV v l/h bez cirkulace – 3. týden

	PRACOVNÍ DEN						VOLNÝ DEN				
	PONDĚLÍ 23.5.	ÚTERÝ 24.5.	STŘEDA 25.5.	ČTVRTEK 19.5.	PÁTEK 20.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)	SOBOTA 21.5.	NEDĚLE 22.5.	PRŮMĚR v (l/h)	PRŮMĚR v (%)
0 - 1	10,07	59,85	14,92	115,17	29,23	45,85	1,04	19,62	87,25	53,43	1,22
1 - 2	118,95	19,87	33,10	17,73	57,08	49,35	1,12	11,88	13,87	12,88	0,29
2 - 3	34,12	5,95	53,28	8,43	81,77	36,71	0,83	16,28	18,43	17,36	0,40
3 - 4	85,42	3,92	30,65	13,30	28,65	32,39	0,73	50,33	15,33	32,83	0,75
4 - 5	58,37	20,08	42,17	34,48	49,93	41,01	0,93	9,72	5,85	7,78	0,18
5 - 6	48,12	59,17	90,52	73,83	61,73	66,67	1,51	67,55	88,58	78,07	1,79
6 - 7	263,35	328,03	315,53	160,87	298,30	273,22	6,18	61,75	45,20	53,48	1,22
7 - 8	409,10	439,15	272,53	366,52	175,60	332,58	7,53	132,30	163,52	147,91	3,38
8 - 9	262,68	203,97	385,15	321,72	143,43	263,39	5,96	207,32	195,63	201,47	4,61
9 - 10	119,02	153,88	140,47	203,50	182,35	159,84	3,62	462,30	316,10	389,20	8,90
10 - 11	79,65	128,05	186,77	138,23	314,28	169,40	3,83	335,30	243,23	289,27	6,62
11 - 12	98,98	143,68	324,62	192,65	234,75	198,94	4,50	337,68	213,68	275,68	6,31
12 - 13	151,43	194,22	256,30	214,02	299,13	223,02	5,05	213,67	328,22	270,94	6,20
13 - 14	131,82	168,60	362,65	83,48	220,60	193,43	4,38	269,92	307,83	288,87	6,61
14 - 15	123,32	64,90	74,00	154,68	143,18	112,02	2,54	169,45	319,60	244,52	5,59
15 - 16	99,68	93,85	99,08	230,67	90,58	122,77	2,78	118,72	119,12	118,92	2,72
16 - 17	85,17	58,25	58,25	137,63	230,17	113,89	2,58	268,95	259,08	264,02	6,04
17 - 18	295,17	267,60	267,60	159,85	266,38	251,32	5,69	192,42	446,07	319,24	7,30
18 - 19	173,08	225,20	225,20	357,62	161,13	228,45	5,17	171,17	259,58	215,37	4,93
19 - 20	365,85	262,40	262,40	317,83	320,02	305,70	6,92	275,30	265,58	270,44	6,19
20 - 21	355,82	443,58	443,58	295,97	279,35	363,66	8,23	211,18	233,67	222,42	5,09
21 - 22	331,83	261,33	261,33	274,10	348,27	295,37	6,68	272,83	316,78	294,81	6,74
22 - 23	504,43	318,40	318,40	424,20	259,37	364,96	8,26	175,22	232,02	203,62	4,66
23 - 24	175,55	185,75	185,75	179,98	146,83	174,77	3,96	107,10	90,50	98,80	2,26



Graf 11 Rozložení spotřeby TV bez cirkulace v pracovních dnech ve 3. týdnu



Graf 12 Rozložení spotřeby TV bez cirkulace ve volných dnech ve 3. týdnu

Z jednotlivých grafů můžeme vyčíst, jak se spotřeba teplé vody v pracovních dnech a volných dnech mírně liší. V pracovních dnech se minimální spotřeba teplé vody pohybuje v brzkých ranních hodinách od 3 – 6h. Stejně tomu tak je i ve volných dnech, tedy o víkendu. Maximální spotřeba teplé vody je v jednotlivých dnech mírně rozdílná. V pracovních dnech je maximální odběr teplé vody ráno v 8h a večer od 21 - 23h. O víkendu je tomu od 9 – 12h a večer v 21h.

Porovnáním grafů se spotřebou teplé vody vč. cirkulace TV a bez cirkulace TV můžeme vidět jiné procentuální rozdělení. Tato rozdílnost může být způsobena kolísáním hodnoty průtoku cirkulace TV (průtok cirkulace není úplně konstantní hodnota). Proměnnost hodnoty může být způsobena kolísáním cirkulačního průtoku TV vlivem regulačních armatur na cirkulačním potrubí v okolních budovách, které jsou zásobovány ze stejného zdroje TV.

Nesmíme však zapomenout, že vyhodnocení naměřených dat je orientační, neboť průtoky získané z měřicí ústředny jsou průtoky teplé vody včetně cirkulace TV a v této hodnotě se mohou skrývat malé odběry teplé vody.

Vyhodnocení minimální a maximální spotřeby TV dle periody:

➤ Hodinové spotřeby TV:

Pro přehlednost můžeme v tabulce pod textem vidět maximální a minimální hodinové spotřeby teplé vody, vždy pro jednotlivé měřené týdny. Úplná maximální spotřeba teplé vody, z celé sledované periody, byla dosažena hned v prvním týdnu. V pracovním dni se jedná o čtvrtek mezi 22 – 23 h s hodinovou spotřebou teplé vody 876,6 l/h a ve volném dni se jedná o sobotu mezi 8 – 9 h, kdy spotřeba teplé vody činila 552,05 l/h. Úplné minimální spotřeby teplé vody bylo dosaženo ve třetím týdnu měření. V pracovní den v úterý mezi 3 – 4 h se spotřebou pouhých 3,92 l/h a volný den v neděli mezi 4 – 5 h, kdy spotřeba byla 5,85 l/h.

Tabulka 8 Min. a max. hodinové spotřeby TV (bez cirkulace TV)

		PRACOVNÍ DEN	VOLNÝ DEN
1. TÝDEN	MIN	16,63 l/h	54,12 l/h
	MAX	876,6 l/h	552,05 l/h

2. TÝDEN	MIN	18,65 l/h	48,38 l/h
	MAX	564,48 l/h	443,38 l/h
3. TÝDEN	MIN	3,92 l/h	5,85 l/h
	MAX	504,43 l/h	462,30 l/h

➤ *Průměrná denní spotřeby TV:*

Maximální průměrná denní spotřeba TV byla naměřena hned v prvním týdnu měření a činila 7 310,88 l/den. O volném dni bylo dosaženo maximální průměrné denní spotřeby TV taktéž hned v prvním týdnu měření, a to 5 392,10 l/den.

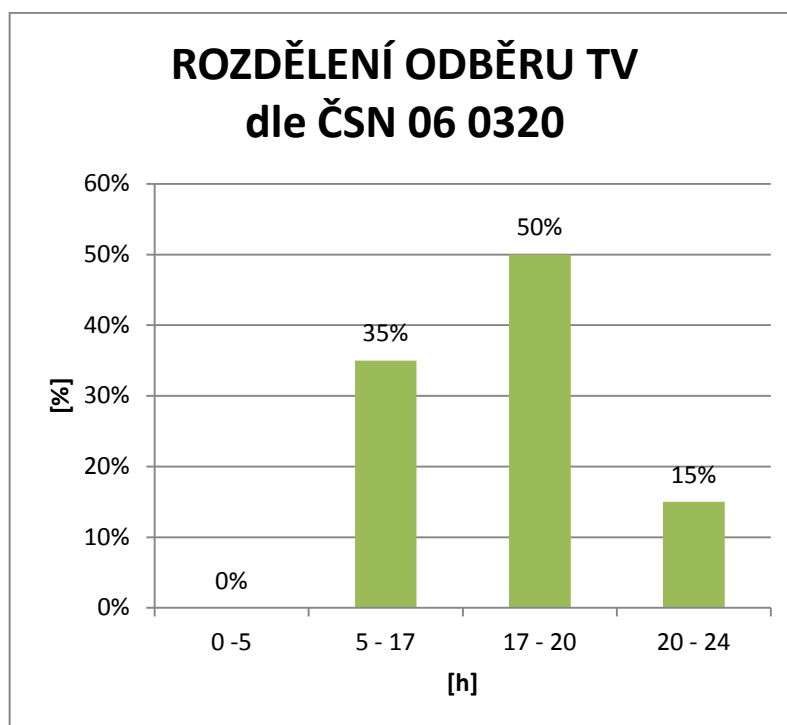
Tabulka 9 Průměrné denní spotřeby TV (bez cirkulace TV)

	PRACOVNÍ DEN	VOLNÝ DEN
1. TÝDEN	7 310,88 l/den	5 392,10 l/den
2. TÝDEN	5 048,57 l/den	4 773,88 l/den
3. TÝDEN	4 418,70 l/den	4 371,34 l/den

Rozdělení odběru TV:

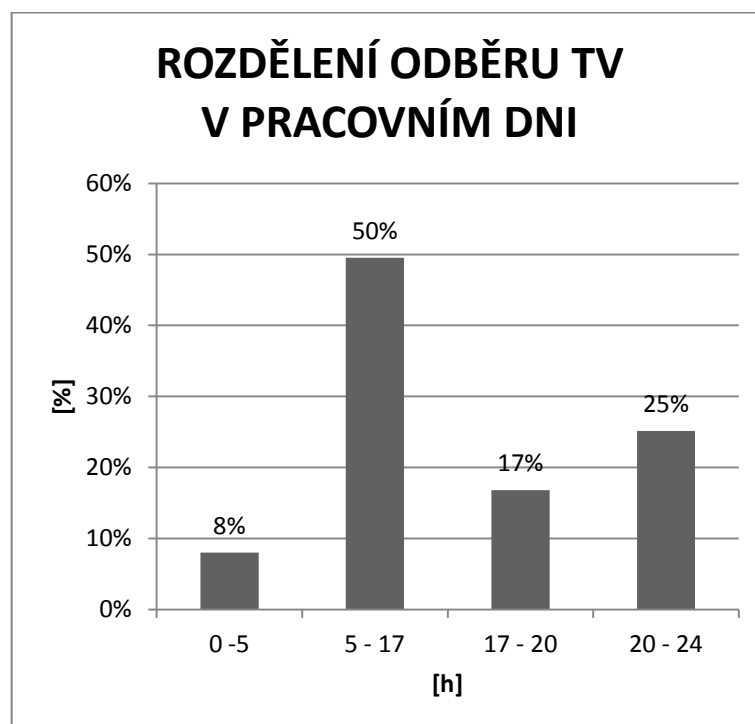
Jak již bylo v předešlých kapitolách zmíněno, pro návrh zařízení pro přípravu teplé vody je důležité stanovit časový průběh odběru teplé vody. Toto rozložení se u každého provozu značně liší. Časový průběh odběru teplé vody se stanoví buď měřením na stejném nebo obdobném zařízení nebo teoretickým časovým rozbořem odběru. Nejčastěji se však používá standardní křivka odběru, kterou udává ČSN 06 0320.

Procentuální rozdělení odběru TV dle ČSN 06 0320:

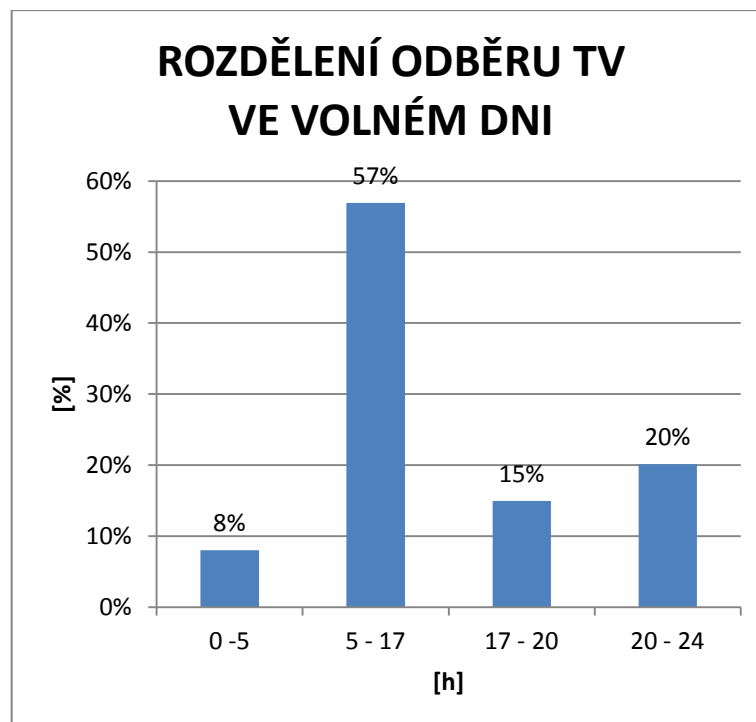


Graf 13 Rozdělení odběru TV dle ČSN 06 0320

Procentuální rozdělení odběru TV dle měření:



Graf 14 Rozdělení odběru TV dle měření v pracovním dni



Graf 15 Rozdělení odběru TV dle měření ve volném dni

Shrnutí rozdělení odběru TV během periody:

	ČSN:	MĚŘENÍ:	<u>PRACOVNÍ DEN</u>	<u>VOLNÝ DEN</u>
0 – 5 h	0 %		8 %	8 %
5 – 17 h	35 %		50 %	57 %
17 – 20 h	50 %		17 %	15 %
20 – 24 h	15 %		25 %	20 %

Porovnáním jednotlivých grafů vyplývá, že normové hodnoty časového průběhu odběru teplé vody se značně liší oproti naměřeným hodnotám. Tato odlišnost může být způsobena složením obyvatel v měřeném bytovém domě. Předpoklad je, že bytový dům obývají převážně senioři, neboť největší odběry teplé vody jsou mezi 5 – 17 h a to jak ve volný den, tak i v den pracovní.

Předpoklad o složení obyvatel bytového domu je diskutabilní. Avšak aby se dosáhlo co nej-přesnějšího návrhu zařízení pro přípravu teplé vody, je potřeba, aby se čas od času rozdělení odběru teplé vody kontrolovalo a normové hodnoty se případně změnily, neboť životní úroveň lidí se stále mění.

Výpočet objemu ústředního zásobníkového ohříváče TV pro měřený BD:

➤ Dle ČSN 06 0320:

Návrh dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c * V_{2t} * (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 180$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Spotřeba teplé vody za den: $V_{2p} = 0,082 \text{ m}^3/\text{os} \dots \text{viz. tabulka č. 10}$

$$V_{2t} = n_i * V_{2p} = 180 * 0,082 = 14,76 \text{ m}^3$$

$$Q_{2t} = 1,163 * 14,76 * (55 - 10) = \mathbf{772 \text{ kWh}}$$

Tabulka 10 Bilance potřeby tepla a teplé vody [2]

Druh objektu	Měrná jednotka	Činnost	Spotřeba V_{2p} [m ³ /os/den]	Teplo Q_{2p} [kWh/os]	Součinitel současnosti s
Stavby pro bydlení	1 osoba	Umývání, vaření, úklid	0,082	4,3	do 35 osob = 1,0 až 1 000 osob = 0,2

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 772 * 0,5 = \mathbf{386 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohříváčem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 772 + 386 = \mathbf{1\,158 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

5-17 hodin ... 35 % z Q_{2t} ,

$$Q_{2t, 35\%} = 0,35 * 772 = 270,2 \text{ kWh}$$

17-20 hodin ... 50 % z Q_{2t} ,

$$Q_{2t, 50\%} = 0,50 * 772 = 386 \text{ kWh}$$

20-24 hodin ... 15 % z Q_{2t} ,

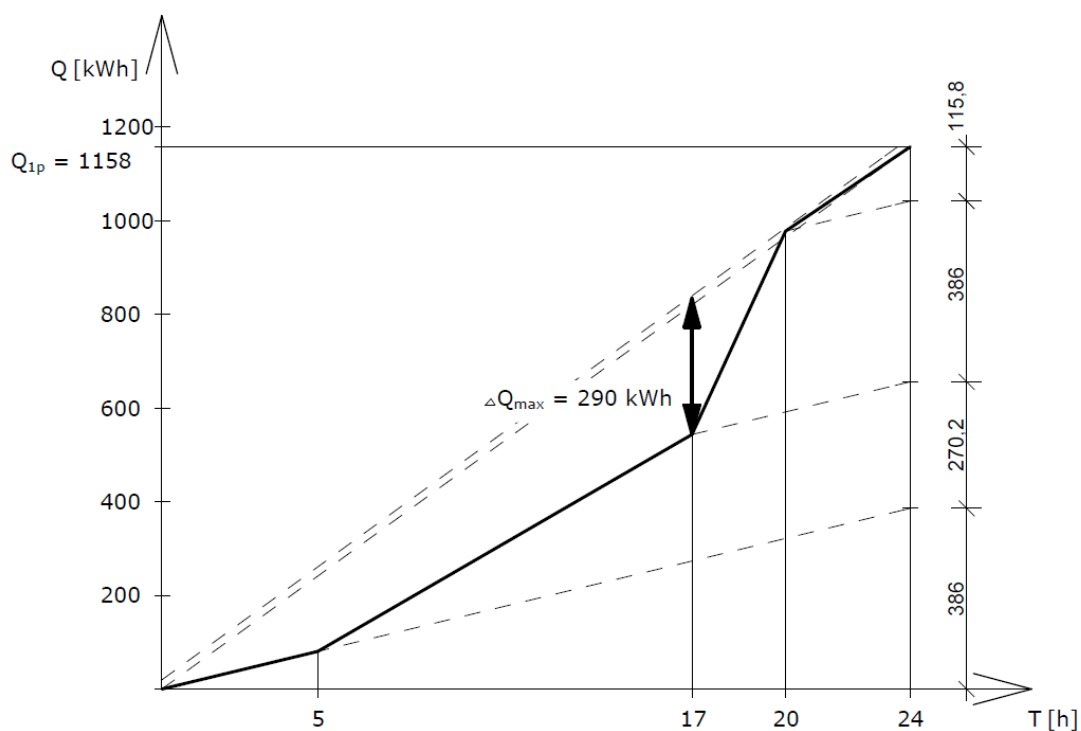
$$Q_{2t, 15\%} = 0,15 * 772 = 115,8 \text{ kWh}$$

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = 290 \text{ kWh}$$



Obrázek 13 Odběrový diagram - ČSN 06 0320

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{290}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 5,546 \text{ m}^3 = \underline{\underline{5\,546 \text{ l}}}$$

➤ Dle měření – PRACOVNÍ DEN:

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2t} \cdot (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 180$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Max. spotřeba teplé vody za pracovní den: $V_{2t} = 7\,310,88 \text{ l/den} = 7,31 \text{ m}^3$

Spotřeba teplé vody za pracovní den: $V_{2p} = 7,31/180 = 0,041 \text{ m}^3/\text{os/den}$

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 7,31 \cdot (55 - 10) = \mathbf{382,6 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 382,6 \cdot 0,5 = \mathbf{191,3 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohřívacem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 382,6 + 191,3 = \mathbf{573,9 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

Rozdělení odběru TV pro pracovní den je zvoleno dle třetího pracovního týdne, neboť v tomto týdnu je získán největší rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla během měřené období v pracovních dnech.

Doba	Rozdělení odběru TV [%]	Ztráty tepla Q_{2z} [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t} [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t} [kWh]	Teplo odebrané Q_2 [kWh]	Teplo dodané Q_1 [kWh]	Rozdíl $Q_1 - Q_2$ [kWh]
0:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0:00 - 1:00	1,04	7,971	3,970	3,970	11,941	23,913	11,972
1:00 - 2:00	1,12	15,942	4,273	8,242	24,184	47,825	23,641
2:00 - 3:00	0,83	23,913	3,179	11,421	35,334	71,738	36,404
3:00 - 4:00	0,73	31,883	2,804	14,225	46,109	95,650	49,541
4:00 - 5:00	0,93	39,854	3,551	17,776	57,630	119,563	61,932
5:00 - 6:00	1,51	47,825	5,773	23,549	71,374	143,475	72,101
6:00 - 7:00	6,18	55,796	23,657	47,206	103,002	167,388	64,386
7:00 - 8:00	7,53	63,767	28,797	76,003	139,769	191,300	51,531
8:00 - 9:00	5,96	71,738	22,806	98,809	170,546	215,213	44,666
9:00 - 10:00	3,62	79,708	13,840	112,649	192,357	239,125	46,768

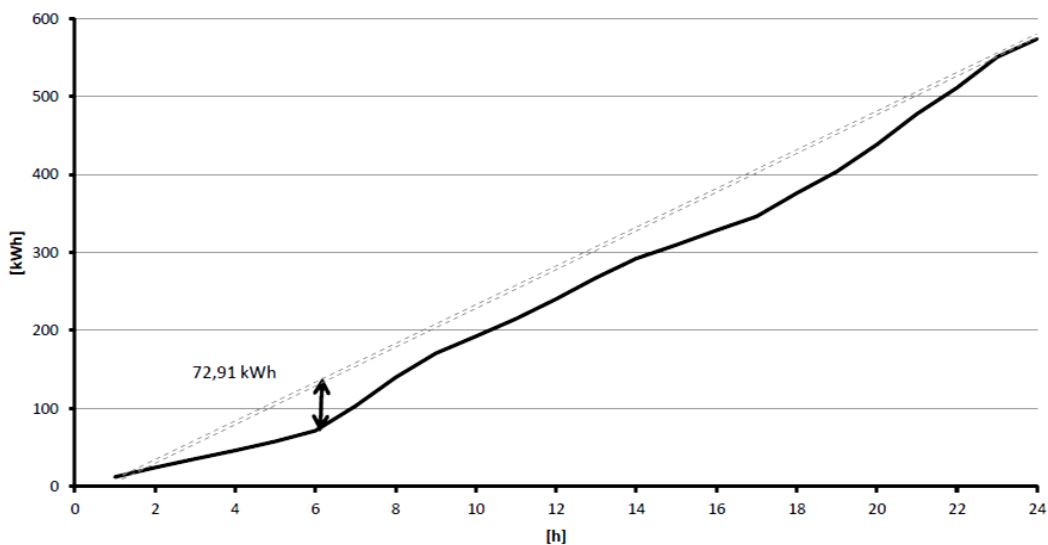
10:00 - 11:00	3,83	87,679	14,667	127,317	214,996	263,038	48,042
11:00 - 12:00	4,50	95,650	17,225	144,542	240,192	286,950	46,758
12:00 - 13:00	5,05	103,621	19,311	163,852	267,473	310,863	43,389
13:00 - 14:00	4,38	111,592	16,748	180,601	292,192	334,775	42,583
14:00 - 15:00	2,54	119,563	9,699	190,300	309,862	358,688	48,825
15:00 - 16:00	2,78	127,533	10,631	200,930	328,464	382,600	54,136
16:00 - 17:00	2,58	135,504	9,862	210,792	346,296	406,513	60,216
17:00 - 18:00	5,69	143,475	21,761	232,553	376,028	430,425	54,397
18:00 - 19:00	5,17	151,446	19,780	252,333	403,779	454,338	50,558
19:00 - 20:00	6,92	159,417	26,470	278,803	438,220	478,250	40,030
20:00 - 21:00	8,23	167,388	31,488	310,291	477,678	502,163	24,484
21:00 - 22:00	6,68	175,358	25,575	335,866	511,225	526,075	14,850
22:00 - 23:00	8,26	183,329	31,601	367,467	550,796	549,988	-0,809
23:00 - 0:00	3,96	191,300	15,133	382,600	573,900	573,900	0,000

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = 72,91 \text{ kWh}$$



Obrázek 14 Odběrový diagram – měření v pracovní den

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{72,91}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,393 \text{ m}^3 = \underline{\underline{1\,393 \text{ l}}}$$

➤ Dle měření – VOLNÝ DEN:

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2t} \cdot (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 180$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Max. spotřeba teplé vody za volný den: $V_{2t} = 5\,392,1 \text{ l/den} = 5,39 \text{ m}^3$

Spotřeba teplé vody za volný den: $V_{2p} = 5,39/180 = 0,030 \text{ m}^3/\text{os/den}$

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 5,39 \cdot (55 - 10) = \mathbf{282,1 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 282,1 \cdot 0,5 = \mathbf{141,05 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohřívacem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 282,1 + 141,05 = \mathbf{423,15 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

Rozdělení odběru TV pro volný den je zvoleno dle třetího víkendu, neboť v této době je získán největší rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla během měřeného období ve volných dnech.

Doba	Rozdělení odběru TV [%]	Ztráty tepla Q_{2z} [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t} [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t} [kWh]	Teplo odebrané Q_2 [kWh]	Teplo dodané Q_1 [kWh]	Rozdíl $Q_1 - Q_2$ [kWh]
0:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0:00 - 1:00	1,22	5,877	3,448	3,448	9,325	17,631	8,306
1:00 - 2:00	0,29	11,754	0,831	4,279	16,033	35,263	19,229
2:00 - 3:00	0,40	17,631	1,120	5,399	23,031	52,894	29,863
3:00 - 4:00	0,75	23,508	2,119	7,518	31,027	70,525	39,498
4:00 - 5:00	0,18	29,385	0,502	8,020	37,406	88,156	50,750
5:00 - 6:00	1,79	35,263	5,038	13,058	48,321	105,788	57,467
6:00 - 7:00	1,22	41,140	3,451	16,509	57,649	123,419	65,770
7:00 - 8:00	3,38	47,017	9,545	26,055	73,071	141,050	67,979
8:00 - 9:00	4,61	52,894	13,002	39,056	91,950	158,681	66,731
9:00 - 10:00	8,90	58,771	25,117	64,173	122,944	176,313	53,369

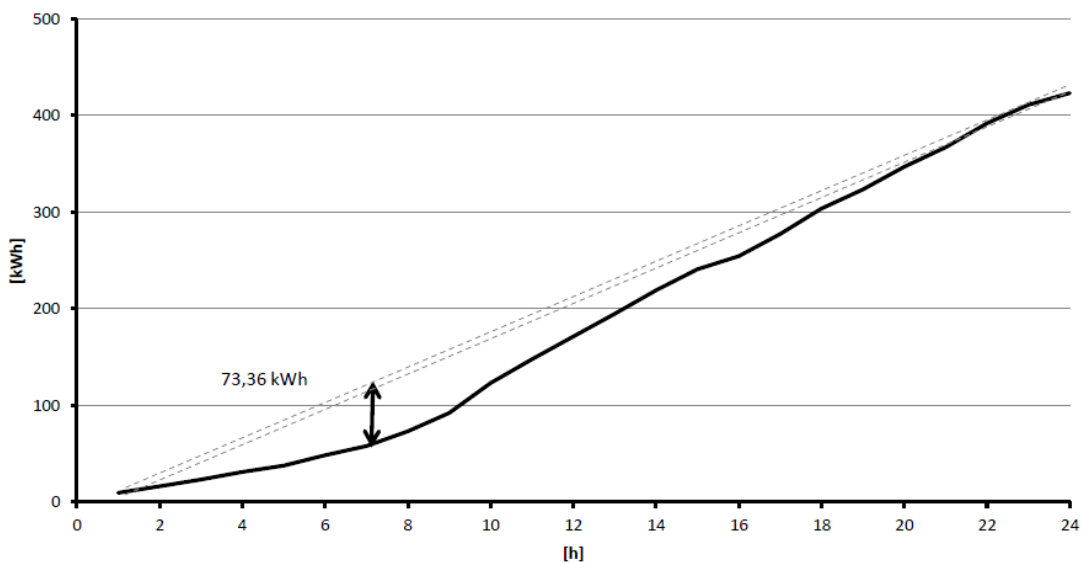
10:00 - 11:00	6,62	64,648	18,668	82,841	147,489	193,944	46,455
11:00 - 12:00	6,31	70,525	17,791	100,632	171,157	211,575	40,418
12:00 - 13:00	6,20	76,402	17,485	118,117	194,519	229,206	34,688
13:00 - 14:00	6,61	82,279	18,642	136,759	219,038	246,838	27,800
14:00 - 15:00	5,59	88,156	15,780	152,539	240,695	264,469	23,774
15:00 - 16:00	2,72	94,033	7,674	160,213	254,246	282,100	27,854
16:00 - 17:00	6,04	99,910	17,038	177,251	277,162	299,731	22,570
17:00 - 18:00	7,30	105,788	20,602	197,853	303,641	317,363	13,722
18:00 - 19:00	4,93	111,665	13,899	211,752	323,417	334,994	11,577
19:00 - 20:00	6,19	117,542	17,453	229,205	346,746	352,625	5,879
20:00 - 21:00	5,09	123,419	14,354	243,559	366,977	370,256	3,279
21:00 - 22:00	6,74	129,296	19,025	262,584	391,880	387,888	-3,992
22:00 - 23:00	4,66	135,173	13,140	275,724	410,897	405,519	-5,378
23:00 - 0:00	2,26	141,050	6,376	282,100	423,150	423,150	0,000

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = 73,36 \text{ kWh}$$



Obrázek 15 Odběrový diagram – měření ve volný den

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{73,36}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,402 \text{ m}^3 = \underline{\underline{1\,402 \text{ l}}}$$

➤ Dle DIN 4708

Návrh podle německé normy DIN 4708, která vychází ze stanovení parametru N_L a diagramů zpracovaných pro určení potřebného výkonu v závislosti na kapacitě zásobníku.

$$N_L = \frac{\sum (n * p * W_v)}{Q_N} [-]$$

N_L ... koeficient potřeby (bez rozměru)

$$N_L < N_{L,V}$$

$N_{L,V}$... koeficient potřeby vybraného typu zásobníku TV

n ... počet bytových jednotek

$n_1 = 30$... počet bytů s vanou

$n_2 = 30$... počet bytů se sprchou

p ... koeficient obsazenosti (bez rozměru)

$p = 2,5$... pro byty s převážně jednou nebo dvěma místnostmi

W_v ... výkonový koeficient výtokového místa v kWh

$W_{v1} = 5,82$ kWh ... pro vanu 1600 x 700 mm

$W_{v2} = 3,48$ kWh ... pro sprchu s dvouhlovým rozprašovačem

Q_N ... potřeba tepla pro ohřev TV pro jednotkový byt v kWh

Jednotkový byt je normou DIN definován jako byt se čtyřmi místnostmi, ve kterých bydlí průměrně 3 až 4 osoby, s vanou jako výpočtové místo odběru

$$Q_N = p * W_v$$

$$Q_N = 3,5 * 5,82$$

$$N_L = \frac{(30 * 2,5 * 5,82) + (30 * 2,5 * 3,48)}{3,5 * 5,82}$$

$$N_L = 34,24$$

$$N_L = 34,24 < N_{L,V} = 38,8$$

$N_{L,V} = 38,8$... koeficient potřeby dle výrobce ohřívače

- objem zásobníku **945 l**

- výkon 110 kW

➤ *Závěr:*

Objem zásobníku pro měřený bytový dům vypočítaný dle ČSN 06 0320 vychází **5 546 l**. Zatímco dle naměřených hodnot by postačil objem zásobníku **1 402 l**; max (1 393; 1 402). Německá norma DIN 4708 navrhuje zásobník o objemu **945 l**.

Ze získaných hodnot vyplývá, že objem zásobníku spočítaný dle normy ČSN 06 0320 je značně předimenzovaný. Je to způsobeno nejspíše rezervou, kdy norma uvažuje spotřebu teplé vody 82 l/os/den. Z naměřených hodnot vyšel objem zásobníku 4x menší, neboť počítáme s naměřenou spotřebou teplé vody pro daný měřený BD. Spotřeba teplé vody vyšla pro pracovní den 41 l/os/den a o volném dni 30 l/os/den. Avšak výsledky z měření je potřeba brát s jistou rezervou, neboť výpočet vychází z naměřených hodnot, od kterých bylo potřeba odečíst cirkulační průtok TV. V této hodnotě se mohou skrývat malé odběry TV.

Výpočet tepelného výkonu ústředního průtočného ohřevu TV pro měřený BD:

➤ *Dle ČSN 06 0320:*

Návrh dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

$$E_{1n} = s * \Sigma (n_v * q_v)$$

E_{1n} ... tepelný výkon průtočného ohříváče v kW

s ... součinitel současnosti (bez rozměru)

$s = 0,384$... pro 60 bytů

n_v ... počet bytů

$n_{v1} = 30$... počet bytů určující výtok vanová baterie (předpoklad)

$n_{v2} = 30$... počet bytů určující výtok sprchová baterie (předpoklad)

q_v ... tepelný výkon na výtoku v kW

$q_{v1} = 24,6$ kW ... pro vanovou baterii

$q_{v2} = 12$ kW ... pro sprchovou baterii

$$E_{1n} = 0,384 * (30 * 24,6 + 30 * 12)$$

$$\underline{\underline{E_{1n} = 421,6 \text{ kW}}}$$

➤ Dle měření:

$$Q = M \cdot c \cdot \Delta t \text{ [kW]}$$

Q ... tepelný výkon průtočného ohřívače v kW

M ... hmotnostní průtok v kg/s zjištěný z maximálního naměřeného průtoku

$$Q = 65 \text{ l/min} = 1,083 \text{ l/s}$$

$$M = 1,083 \text{ kg/s}$$

c ... měrná tepelná kapacita vody

$$c = 4,182 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

Δt ... rozdíl teplot

$$t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C} \text{ ... teplota ohřáté vody}$$

$$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C} \text{ ... teplota studené vody}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 55 - 10 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$E = 1,083 \cdot 4,182 \cdot 45$$

$$\underline{\underline{E = 203,81 \text{ kW}}}$$

➤ Závěr:

Velikost tepelného výkonu ústředního průtočného ohřevu TV pro měřený BD vypočtený dle ČSN 06 0320 vyšel 421,6 kW. Zatímco tepelný výkon vycházející z měření vyšel 203,81 kW. Velký rozdíl výsledků může být způsoben nesprávným předpokladem o počtu bytů určující konkrétní typ baterie nebo norma ČSN 06 0320 uvádí vysoké hodnoty součinitele současnosti s a tím je tepelný výkon průtočného ohřevu TV značně předimenzovaný.

A.6 Závěr

Úkolem teoretické části bylo popsat jednotlivé způsoby přípravy teplé vody v bytových domech. Jak již bylo zmíněno, volba vhodného způsobu závisí na několika faktorech. Při návrhu nás zajímá, jaké zdroje energie máme k dispozici (zásobování objektu plynem, CZT nebo elektrickou energií), dispoziční uspořádání objektu vzhledem k návrhu přípravy teplé vody, stanovení potřeby teplé vody a její časový průběh. Je nutné také zohlednit ekonomické a funkční faktory.

Dále jsou v části A vyhodnoceny data z měření. Cílem vyhodnocení dat bylo zjištění rozložení spotřeby teplé vody během periody a porovnání návrhů ústředního ohřevu TV dle norem ČSN 06 0320, DIN 4708 a dle měření. Zvolen byl průtokový a zásobníkový ohřev TV.

Poznatky z této části diplomové práce jsou dále použity v části B, kde jsou jednotlivé varianty výpočtu zásobníkového ohřevu TV aplikovány na námi řešený objekt.

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

B.1 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ V ZADANÉ SPECIALIZACI

Obsahem části B, koncepčního řešení, je návrh variant technického řešení a neoptimálnější návrh ohřevu TV zajišťující zásobníkový ohřivač. Nejvhodnější varianta bude vypracována jako projektová dokumentace pro provedení stavby. Ostatní varianty budou řešeny jako dokumentace pro stavební povolení. V této části jsou také řešeny návaznosti na ostatní profese TZB.

Jak již bylo v předešlé části popsáno, jedná se o podsklepený bytový dům s pěti nadzemními podlažími, které jsou určeny k bydlení. V přízemí se nachází prostory určené pro prodejny. Prostory podzemního podlaží jsou využity převážně jako skladovací prostory a technické zázemí. V budově se nevyskytují žádné plynové spotřebiče, projekt tedy rozvody plynu neřeší. Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je výměníková stanice.

B.1.1 Návrh technického řešení kanalizace

Řešený objekt je koncipován převážně jako bytový dům. Celou budovou procházejí tři svislé instalační šachty umístěné vždy u hygienických zařízení bytu, ve kterých jsou vedeny splaškové odpadní potrubí. Bytový dům je zastřešen plochou střechou vyspádovanou pro odvod dešťových vod. Dešťové odpadní potrubí je svedeno do retenční nádrže, odkud je vedeno do hlavní čistící šachty a poté společně se splaškovou kanalizací odvedeno do jednotné kanalizace.

V tomto řešeném bytovém domě se nabízí jako další alternativní řešení zabezpečení vnitřní kanalizace proti vzduté vodě. Zabezpečení vnitřní kanalizace proti vzduté vodě se dá zajistit čerpáním nebo použitím zpětné armatury. Projekt byl řešen pouze pro první variantu, čerpání. Dispozice objektu neumožňuje velkou variabilitu vedení svodných potrubí. Případné jiné možnosti návrhu kanalizace by se lišily jen nepatrně, a proto je kanalizace řešena pouze v jedné variantě, a to jako podrobná dokumentace pro provedení stavby. Podrobné výpočty a projektová dokumentace jsou uvedeny v části C a D.

B.1.2 Návrh technického řešení vodovodu

Variant řešení distribuce pitné vody je více. Umístění přípojky vody a vodoměru vyplývá z dispozice budovy. Dané jsou také rozvody studené vody, neboť dispozice objektu neumožňuje velkou variabilitu vedení potrubí.

Rozvody studené vody nenabízí jinou variantu návrhu, avšak rozvody teplé vody jsou závislé na volbě způsobu přípravy teplé vody. Můžeme zvolit ústřední nebo místní přípravu teplé vody. V závislosti na volbě místa přípravy teplé vody se budou lišit její rozvody. Při ústřední přípravě budou rozvody teplé vody dlouhé, doplněné o rozvody cirkulace teplé vody, vedeny společně s rozvody studené vody. Dlouhé rozvody teplé vody a cirkulace nejsou nutné při místní přípravě. Rozvody teplé vody povedou pouze v bytech. Avšak v tomto případě vznikají větší požadavky na prostor pro přípravu teplé vody v bytech.

V následujících kapitolách jsou zpracovány jednotlivé způsoby přípravy teplé vody a jejich varianty. Jedná se o ústřední nebo místní přípravu teplé vody řešenou jako zásobníkový ohřev. Pro zásobníkový ohřev je možné postupovat podle české normy ČSN 06 0320, podle německé normy DIN 4708 nebo z hodnot naměřených na budově se stejným nebo obdobným druhem provozu. V závěru jsou jednotlivé výsledky porovnány z ekonomického hlediska pro návrh přípravy teplé vody.

B.1.2.1 Var. 1 - Návrh ústředního zásobníkového ohřevu TV dle ČSN 06 0320

Návrh dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c * V_{2t} * (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 50$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Spotřeba teplé vody za den: $V_{2p} = 0,082 \text{ m}^3/\text{os} \dots \text{viz. tabulka č. 11}$

$$V_{2t} = n_i * V_{2p} = 50 * 0,082 = 4,1 \text{ m}^3$$

$$Q_{2t} = 1,163 * 4,1 * (55 - 10) = \mathbf{214,6 \text{ kWh}}$$

Tabulka 11 Balance potřeby tepla a teplé vody [2]

Druh objektu	Měrná jednotka	Činnost	Spotřeba V_{2p} [m ³ /os/den]	Teplo Q_{2p} [kWh/os]	Součinitel současnosti s
Stavby pro bydlení	1 osoba	Umývání, vaření, úklid	0,082	4,3	do 35 osob = 1,0 až 1 000 osob = 0,2

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 214,6 * 0,5 = \mathbf{107,3 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohřívacem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 214,6 + 107,3 = \mathbf{321,9 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

$$5\text{-}17 \text{ hodin} \dots 35 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 35\%} = 0,35 * 214,6 = 75,11 \text{ kWh}$$

$$17\text{-}20 \text{ hodin} \dots 50 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 50\%} = 0,50 * 214,6 = 107,3 \text{ kWh}$$

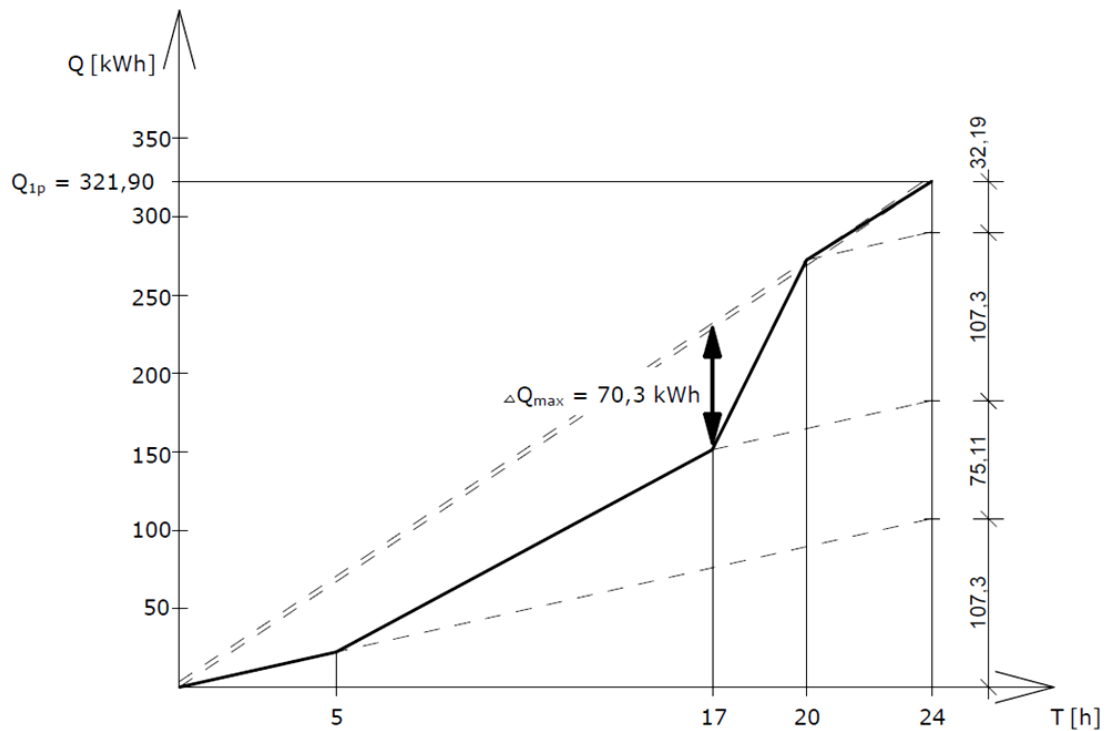
$$20\text{-}24 \text{ hodin} \dots 15 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 15\%} = 0,15 * 214,6 = 32,19 \text{ kWh}$$

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = 70,3 \text{ kWh}$$



Obrázek 16 Odběrový diagram – var. 1

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{70,3}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,343 \text{ m}^3 = \underline{\underline{1\,343 \text{ l}}}$$

B.1.2.2 Var. 2 – Návrh ústředního zásobníkového ohřevu TV dle DIN 4708

Návrh podle německé normy DIN 4708, která vychází ze stanovení parametru N_L a diagramů zpracovaných pro určení potřebného výkonu v závislosti na kapacitě zásobníku. Výchozím parametrem pro návrh je tzv. jednotkový byt. Jeho definice je popsána ve výpočtu.

$$N_L = \frac{\sum (n * p * W_v)}{Q_N} [-]$$

N_L ... koeficient potřeby (bez rozměru)

$$N_L < N_{L,V}$$

$N_{L,V}$... koeficient potřeby vybraného typu zásobníku TV

n ... počet bytových jednotek

$n_1 = 11$... počet bytů s vanou

$n_2 = 4$... počet bytů se sprchou

$n_3 = 2$... počet prodejen s kuchyňským dřezem

p ... koeficient obsazenosti (bez rozměru)

$p = 2,5$... pro byty s převážně jednou nebo dvěma místnostmi

W_v ... výkonový koeficient výtokového místa v kWh

$W_{v1} = 5,82$ kWh ... pro vanu 1600 x 700 mm

$W_{v2} = 3,48$ kWh ... pro sprchu s dvouhlahvým rozprašovačem

$W_{v3} = 1,16$ kWh ... pro kuchyňský dřez

Q_N ... potřeba tepla pro ohřev TV pro jednotkový byt v kWh

Jednotkový byt je normou DIN definován jako byt se čtyřmi místnostmi, ve kterých bydlí průměrně 3 až 4 osoby, s vanou jako výpočtové místo odběru

$$Q_N = p * W_v$$

$$Q_N = 3,5 * 5,82$$

$$N_L = \frac{(11 * 2,5 * 5,82) + (4 * 2,5 * 3,48) + (2 * 2,5 * 1,16)}{3,5 * 5,82}$$

$$N_L = 9,85$$

B.1.2.3 Var. 3 – Návrh ústředního zásobníkového ohřevu TV dle měření

Třetí varianta návrhu zásobníkového ohřevu teplé vody vychází z naměřených hodnot. Naměřená spotřeba teplé vody v BD se 180-ti obyvateli je poměrově přepočítána na navrhovaný BD s 50-ti obyvateli. Výpočet je proveden jak pro pracovní, tak i pro volný den.

➤ PRACOVNÍ DEN:

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c * V_{2t} * (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 50$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Max. spotřeba teplé vody za pracovní den:

$$V_{2t}' = 7\,310,88 \text{ l/den} = 7,31 \text{ m}^3 \text{ ... naměřeno pro BD, 180 obyvatel}$$

$$V_{2t} = 2\,030,80 \text{ l/den} = 2,03 \text{ m}^3 \text{ ... přepočítáno pro BD, 50 obyvatel}$$

Spotřeba teplé vody za pracovní den: $V_{2p} = 2,03/50 = 0,041 \text{ m}^3/\text{os/den}$

$$Q_{2t} = 1,163 * 2,03 * (55 - 10) = \mathbf{106,2 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 106,2 * 0,5 = \mathbf{53,1 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohřívacem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 106,2 + 53,1 = \mathbf{159,3 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

Rozdělení odběru TV pro pracovní den je zvoleno dle třetího pracovního týdne, neboť v tomto týdnu je získán největší rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla během měřené období v pracovních dnech.

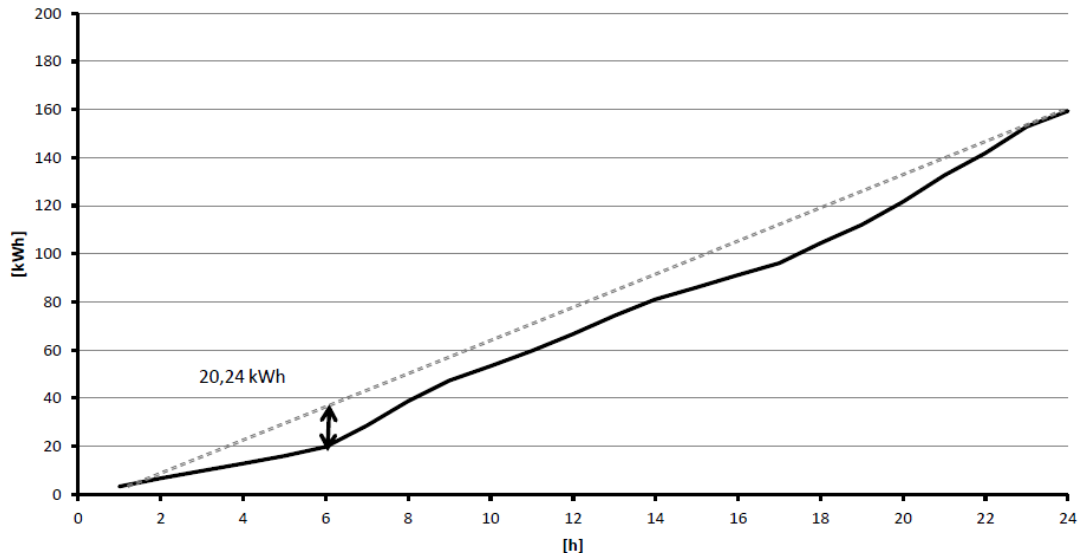
Doba	Rozdělení odběru TV [%]	Ztráty tepla Q_{2z} [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t}' [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t} [kWh]	Teplo odebrané Q_2 [kWh]	Teplo dodané Q_1 [kWh]	Rozdíl $Q_1 - Q_2$ [kWh]
0:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0:00 - 1:00	1,04	2,213	1,102	1,102	3,314	6,638	3,323
1:00 - 2:00	1,12	4,425	1,186	2,288	6,713	13,275	6,562
2:00 - 3:00	0,83	6,638	0,882	3,170	9,808	19,913	10,105
3:00 - 4:00	0,73	8,850	0,778	3,949	12,799	26,550	13,751
4:00 - 5:00	0,93	11,063	0,986	4,934	15,997	33,188	17,191
5:00 - 6:00	1,51	13,275	1,602	6,537	19,812	39,825	20,013
6:00 - 7:00	6,18	15,488	6,567	13,103	28,591	46,463	17,872
7:00 - 8:00	7,53	17,700	7,993	21,096	38,796	53,100	14,304
8:00 - 9:00	5,96	19,913	6,330	27,427	47,339	59,738	12,398
9:00 - 10:00	3,62	22,125	3,842	31,269	53,394	66,375	12,981
10:00 - 11:00	3,83	24,338	4,071	35,340	59,677	73,013	13,335
11:00 - 12:00	4,50	26,550	4,781	40,121	66,671	79,650	12,979
12:00 - 13:00	5,05	28,763	5,360	45,481	74,244	86,288	12,044
13:00 - 14:00	4,38	30,975	4,649	50,130	81,105	92,925	11,820
14:00 - 15:00	2,54	33,188	2,692	52,822	86,010	99,563	13,553
15:00 - 16:00	2,78	35,400	2,951	55,773	91,173	106,200	15,027
16:00 - 17:00	2,58	37,613	2,737	58,511	96,123	112,838	16,714
17:00 - 18:00	5,69	39,825	6,040	64,551	104,376	119,475	15,099
18:00 - 19:00	5,17	42,038	5,491	70,041	112,079	126,113	14,034
19:00 - 20:00	6,92	44,250	7,347	77,389	121,639	132,750	11,111
20:00 - 21:00	8,23	46,463	8,740	86,129	132,591	139,388	6,796
21:00 - 22:00	6,68	48,675	7,099	93,228	141,903	146,025	4,122
22:00 - 23:00	8,26	50,888	8,772	101,999	152,887	152,663	-0,224
23:00 - 0:00	3,96	53,100	4,201	106,200	159,300	159,300	0,000

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = 20,24 \text{ kWh}$$



Obrázek 17 Odběrový diagram – var. 3a

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{20,24}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,387 \text{ m}^3 = \underline{\underline{387 \text{ l}}}$$

➤ VOLNÝ DEN:

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2t} \cdot (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 50$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Max. spotřeba teplé vody za volný den:

$$V_{2t}' = 5\,392,1 \text{ l/den} = 5,39 \text{ m}^3 \quad \dots \text{ naměřeno pro BD, 180 obyvatel}$$

$$V_{2t} = 1\,497,8 \text{ l/den} = 1,50 \text{ m}^3 \quad \dots \text{ přepočítáno pro BD, 50 obyvatel}$$

Spotřeba teplé vody za volný den: $V_{2p} = 1,50/50 = 0,030 \text{ m}^3/\text{os}/\text{den}$

$$Q_{2t} = 1,163 * 1,50 * (55 - 10) = \mathbf{78,5 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 78,5 * 0,5 = \mathbf{39,25 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohříváčem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 78,5 + 39,25 = \mathbf{117,75 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

Rozdělení odběru TV pro volný den je zvoleno dle třetího víkendu, neboť v této době je získán největší rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla během měřeného období ve volných dnech.

Doba	Rozdělení odběru TV [%]	Ztráty tepla Q_{2z} [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t} [kWh]	Spotřeba tepla Q_{2t} [kWh]	Teplo odebrané Q_2 [kWh]	Teplo dodané Q_1 [kWh]	Rozdíl $Q_1 - Q_2$ [kWh]
0:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0:00 - 1:00	1,22	1,635	0,960	0,960	2,595	4,906	2,311
1:00 - 2:00	0,29	3,271	0,231	1,191	4,462	9,813	5,351
2:00 - 3:00	0,40	4,906	0,312	1,502	6,409	14,719	8,310
3:00 - 4:00	0,75	6,542	0,590	2,092	8,634	19,625	10,991
4:00 - 5:00	0,18	8,177	0,140	2,232	10,409	24,531	14,122
5:00 - 6:00	1,79	9,813	1,402	3,634	13,446	29,438	15,991
6:00 - 7:00	1,22	11,448	0,960	4,594	16,042	34,344	18,302
7:00 - 8:00	3,38	13,083	2,656	7,250	20,334	39,250	18,916
8:00 - 9:00	4,61	14,719	3,618	10,868	25,587	44,156	18,569
9:00 - 10:00	8,90	16,354	6,989	17,857	34,212	49,063	14,851
10:00 - 11:00	6,62	17,990	5,195	23,052	41,042	53,969	12,927
11:00 - 12:00	6,31	19,625	4,951	28,003	47,628	58,875	11,247
12:00 - 13:00	6,20	21,260	4,866	32,868	54,129	63,781	9,653
13:00 - 14:00	6,61	22,896	5,188	38,056	60,952	68,688	7,736
14:00 - 15:00	5,59	24,531	4,391	42,447	66,978	73,594	6,615
15:00 - 16:00	2,72	26,167	2,135	44,583	70,749	78,500	7,751
16:00 - 17:00	6,04	27,802	4,741	49,324	77,126	83,406	6,280
17:00 - 18:00	7,30	29,438	5,733	55,057	84,494	88,313	3,818
18:00 - 19:00	4,93	31,073	3,868	58,924	89,997	93,219	3,222
19:00 - 20:00	6,19	32,708	4,857	63,781	96,489	98,125	1,636

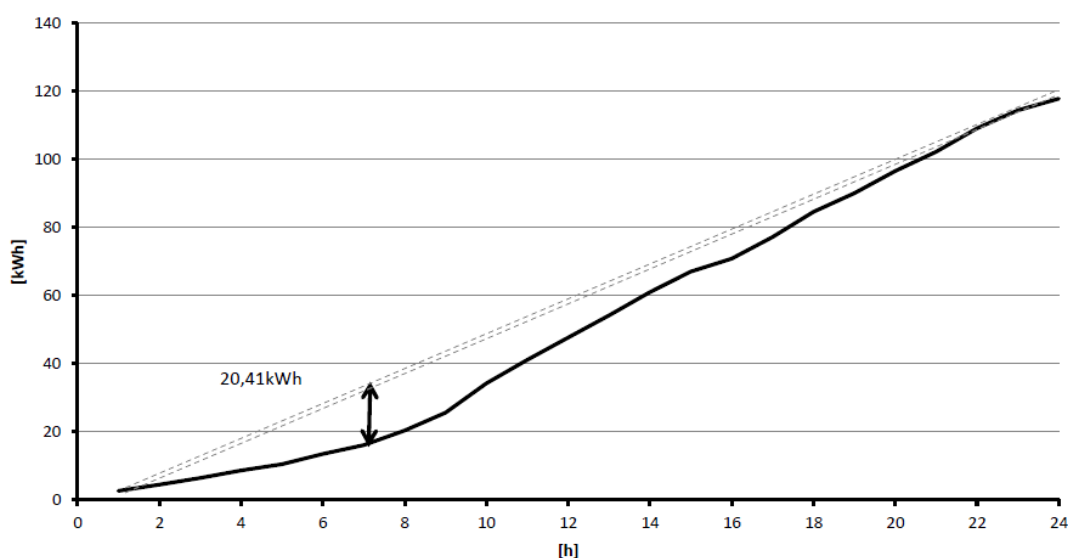
20:00 - 21:00	5,09	34,344	3,994	67,775	102,119	103,031	0,912
21:00 - 22:00	6,74	35,979	5,294	73,069	109,048	107,938	-1,111
22:00 - 23:00	4,66	37,615	3,657	76,726	114,340	112,844	-1,497
23:00 - 0:00	2,26	39,250	1,774	78,500	117,750	117,750	0,000

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = \mathbf{20,41 \text{ kWh}}$$



Obrázek 18 Odběrový diagram – var. 3b

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{20,41}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,39 \text{ m}^3 = \mathbf{390 \text{ l}}$$

B.1.2.4 Var. 4 – Návrh ústředního zásobníkového ohřevu dle hodinové špičky

Čtvrtá varianta návrhu zásobníkového ohřevu teplé vody vychází z naměřené maximální spotřeby teplé vody.

a) Velikost zásobníku

- maximální hodinová spotřeba TV během měřeného období: 8,9 %
(viz. volný den ve třetím týdnu měření v 10h)
- maximální denní spotřeba TV během měřeného období: 7 310,88 l/den
(viz. pracovní den v prvním týdnu měření)
- maximální objem zásobníku TV: $V_z = 0,089 \cdot 7\,310,88$
 $V_z = 651 \text{ l}$

b) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c \cdot V_{zp} \cdot (t_2 - t_1)$$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Maximální spotřeba teplé vody za periodu: $V_{zp} = V_z = 651 \text{ l} = 0,651 \text{ m}^3$

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 0,651 \cdot (55 - 10) = \mathbf{34 \text{ kWh}}$$

c) Jmenovitý tepelný výkon pro ohřev TV

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{T} \max = \frac{Q_{2t}}{T_p} = \frac{34}{1} = \mathbf{34 \text{ kW}}$$

d) Tepelné ztráty potrubí

- tepelné ztráty cirkulačním odvodním potrubím: 594,68 W
- tepelné ztráty cirkulačním přívodním potrubím: $0,5 \cdot 594,68 = 297,34 \text{ W}$
- tepelné ztráty potrubím celkem: $Q_{ztr} = 594,68 + 297,34$
 $Q_{ztr} = 892,02 \text{ W} = \mathbf{0,89 \text{ kW}}$

e) Tepelný výkon ohříváče

$$Q = Q_{1n} + Q_{ztr} = 34 + 0,89 = \mathbf{34,89 \text{ kW}}$$

B.1.2.5 Var. 5 – Návrh místního zásobníkového ohřevu TV dle ČSN 06 0320

Návrh dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

S konstantní dodávkou tepla:

➤ EO1 do bytů pro 4 osoby:

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c * V_{2t} * (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 4$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Spotřeba teplé vody za den: $V_{2p} = 0,082 \text{ m}^3/\text{os} \dots \text{viz. tabulka č. 11}$

$$V_{2t} = n_i * V_{2p} = 4 * 0,082 = 0,328 \text{ m}^3$$

$$Q_{2t} = 1,163 * 0,328 * (55 - 10) = \mathbf{17,2 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 17,2 * 0,5 = \mathbf{8,6 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohříváčem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,2 + 8,6 = \mathbf{25,8 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

$$5\text{-}17 \text{ hodin} \dots 35 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 35\%} = 0,35 * 17,2 = 6,02 \text{ kWh}$$

$$17\text{-}20 \text{ hodin} \dots 50 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 50\%} = 0,50 * 17,2 = 8,6 \text{ kWh}$$

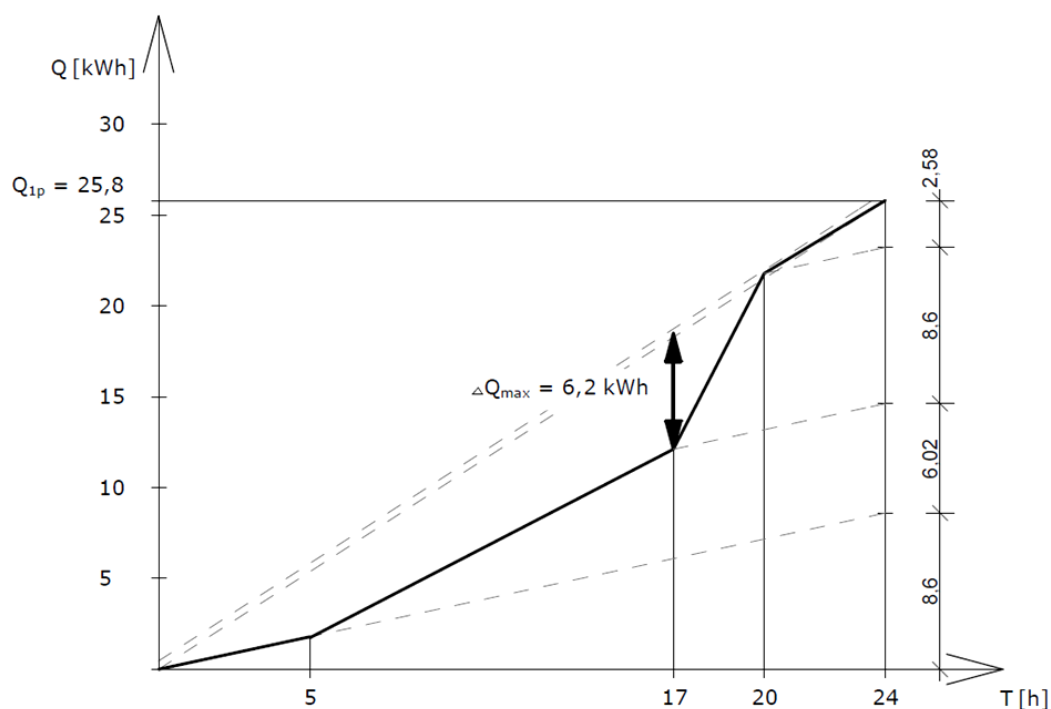
$$20\text{-}24 \text{ hodin} \dots 15 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 15\%} = 0,15 * 17,2 = 2,58 \text{ kWh}$$

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = \mathbf{6,2 \text{ kWh}}$$



Obrázek 19 Odběrový diagram – var. 5a

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{6,2}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,118 \text{ m}^3 = \underline{\underline{118 \text{ l}}}$$

g) Jmenovitý tepelný výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{T} \max = \frac{Q_{1p}}{T_p} = \frac{25,8}{24} = \underline{\underline{1,075 \text{ kW}}}$$

h) Potřebná teplosměnná plocha

Součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy: $U = 420 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(55 - 10)}} = \underline{\underline{27,31 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$A = \frac{(Q_{1n} \cdot 1000)}{U \cdot \Delta t} = \frac{(1,075 \cdot 1000)}{(420 \cdot 27,31)} = \underline{\underline{0,094 \text{ m}^2}}$$

➤ EO2 do bytů pro 2 osoby:

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c * V_{2t} * (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 2$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Spotřeba teplé vody za den: $V_{2p} = 0,082 \text{ m}^3/\text{os} \dots \text{viz. tabulka č. 11}$

$$V_{2t} = n_i * V_{2p} = 2 * 0,082 = 0,164 \text{ m}^3$$

$$Q_{2t} = 1,163 * 0,164 * (55 - 10) = \mathbf{8,6 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 8,6 * 0,5 = \mathbf{4,3 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohřívacem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 8,6 + 4,3 = \mathbf{12,9 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

$$5\text{-}17 \text{ hodin} \dots 35 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 35\%} = 0,35 * 8,6 = 3,01 \text{ kWh}$$

$$17\text{-}20 \text{ hodin} \dots 50 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 50\%} = 0,50 * 8,6 = 4,3 \text{ kWh}$$

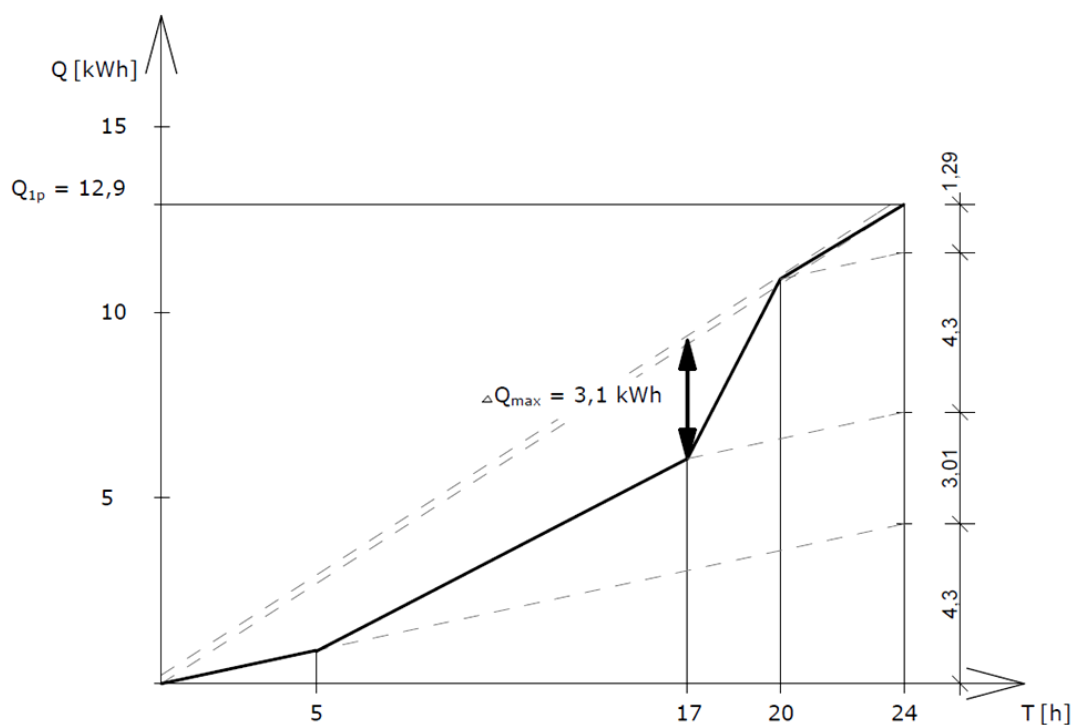
$$20\text{-}24 \text{ hodin} \dots 15 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 15\%} = 0,15 * 8,6 = 1,29 \text{ kWh}$$

e) Určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = \mathbf{3,1 \text{ kWh}}$$



Obrázek 20 Odběrový diagram – var. 5b

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,1}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,059 \text{ m}^3 = \underline{\underline{59 \text{ l}}}$$

g) Jmenovitý tepelný výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{T} \max = \frac{Q_{1p}}{T_p} = \frac{12,9}{24} = \underline{\underline{0,538 \text{ kW}}}$$

h) Potřebná teplosměnná plocha

Součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy: $U = 420 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(55 - 10)}} = \underline{\underline{27,31 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$A = \frac{(Q_{1n} \cdot 1000)}{U \cdot \Delta t} = \frac{(0,538 \cdot 1000)}{(420 \cdot 27,31)} = \underline{\underline{0,047 \text{ m}^2}}$$

S přerušovanou dodávkou tepla (využití nízkého tarifu):

➤ ***EO3 do bytů pro 4 osoby:***

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c * V_{2t} * (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 4$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Spotřeba teplé vody za den: $V_{2p} = 0,082 \text{ m}^3/\text{os} \dots \text{viz. tabulka č. 11}$

$$V_{2t} = n_i * V_{2p} = 4 * 0,082 = 0,328 \text{ m}^3$$

$$Q_{2t} = 1,163 * 0,328 * (55 - 10) = \mathbf{17,2 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 17,2 * 0,5 = \mathbf{8,6 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohřívacem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,2 + 8,6 = \mathbf{25,8 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

$$5\text{-}17 \text{ hodin} \dots 35 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 35\%} = 0,35 * 17,2 = 6,02 \text{ kWh}$$

$$17\text{-}20 \text{ hodin} \dots 50 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 50\%} = 0,50 * 17,2 = 8,6 \text{ kWh}$$

$$20\text{-}24 \text{ hodin} \dots 15 \% \text{ z } Q_{2t}, \quad Q_{2t, 15\%} = 0,15 * 17,2 = 2,58 \text{ kWh}$$

e) Určení ΔQ_{\max}

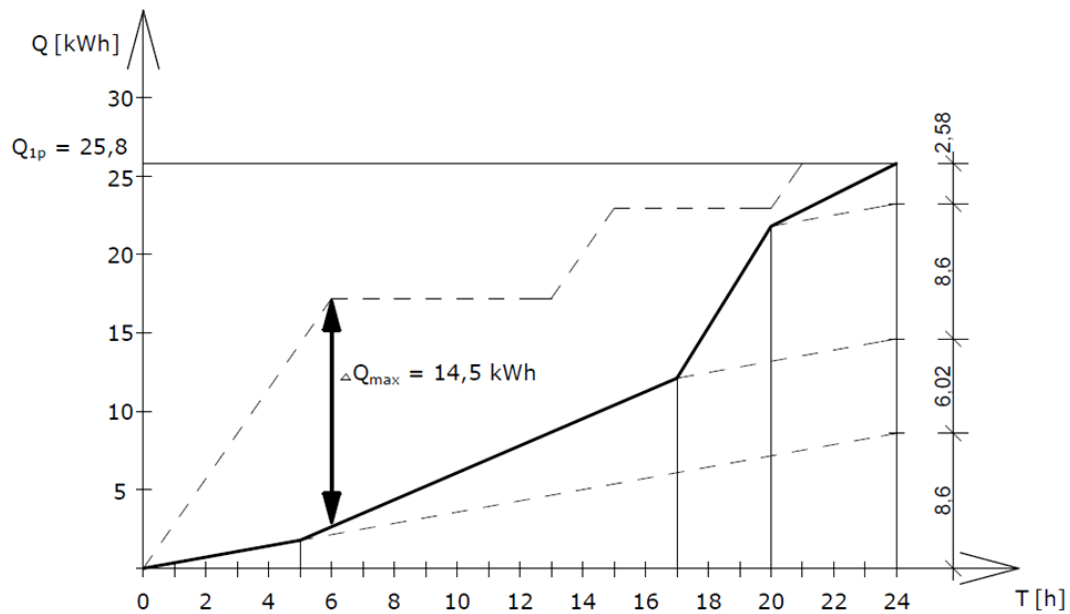
Nízký tarif – EON, HDO A1B4DP5

0:00	-	6:00
13:00	-	15:00
20:00	-	21:00

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = \mathbf{14,5 \text{ kWh}}$$



Obrázek 21 Odběrový diagram – var. 5c

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{14,5}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,277 \text{ m}^3 = \underline{\underline{277 \text{ l}}}$$

g) Jmenovitý tepelný výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{T} \max = \frac{Q_{1p}}{T_p} = \frac{25,8}{24} = \underline{\underline{1,075 \text{ kW}}}$$

h) Potřebná teplosměnná plocha

Součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy: $U = 420 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(55 - 10)}} = \underline{\underline{27,31 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$A = \frac{(Q_{1n} \cdot 1000)}{U \cdot \Delta t} = \frac{(1,075 \cdot 1000)}{(420 \cdot 27,31)} = \underline{\underline{0,094 \text{ m}^2}}$$

➤ *EO4 do bytů pro 2 osoby:*

a) Teoretická potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = c * V_{2t} * (t_2 - t_1)$$

Počet obyvatel: $n_i = 2$

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Spotřeba teplé vody za den: $V_{2p} = 0,082 \text{ m}^3/\text{os} \dots \text{viz. tabulka č. 11}$

$$V_{2t} = n_i * V_{2p} = 2 * 0,082 = 0,164 \text{ m}^3$$

$$Q_{2t} = 1,163 * 0,164 * (55 - 10) = \mathbf{8,6 \text{ kWh}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci

Součinitel poměrné ztráty: $z = 0,5$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 8,6 * 0,5 = \mathbf{4,3 \text{ kWh}}$$

c) Teplo dodané ohřívacem během periody

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 8,6 + 4,3 = \mathbf{12,9 \text{ kWh}}$$

d) Rozdělení odběru TV během periody

$$\begin{array}{lll} 5-17 \text{ hodin} \dots & 35 \% \text{ z } Q_{2t}, & Q_{2t, 35\%} = 0,35 * 8,6 = 3,01 \text{ kWh} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 17-20 \text{ hodin} \dots & 50 \% \text{ z } Q_{2t}, & Q_{2t, 50\%} = 0,50 * 8,6 = 4,3 \text{ kWh} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 20-24 \text{ hodin} \dots & 15 \% \text{ z } Q_{2t}, & Q_{2t, 15\%} = 0,15 * 8,6 = 1,29 \text{ kWh} \end{array}$$

e) Určení ΔQ_{\max}

Nízký tarif – EON, HDO A1B4DP5

0:00 - 6:00

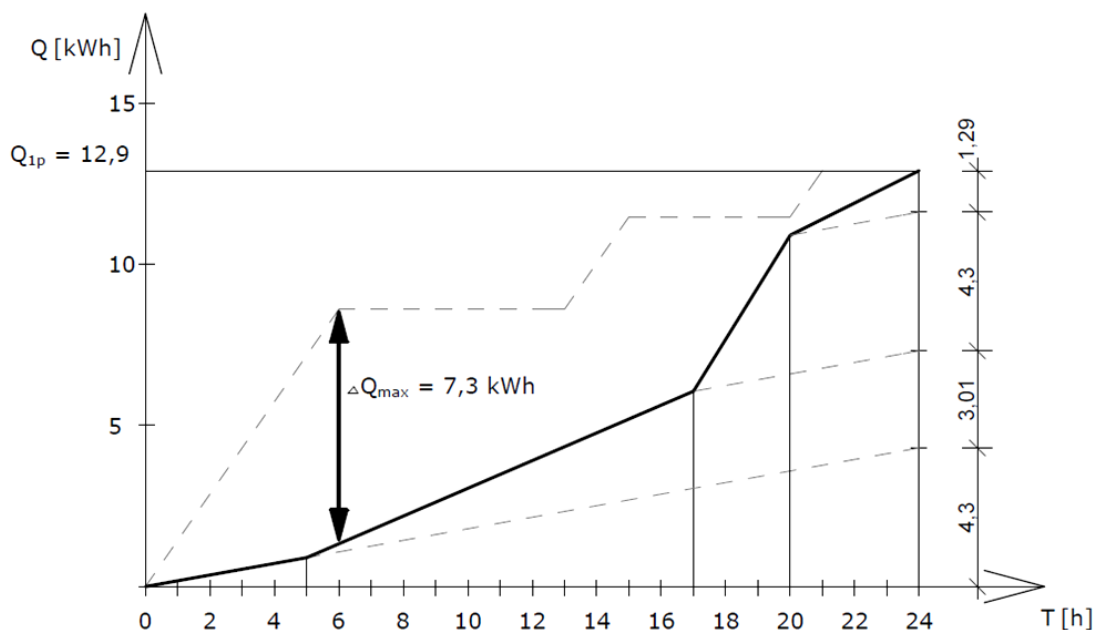
13:00 - 15:00

20:00 - 21:00

Odběrový diagram

- křivka odběru tepla ze zásobníku a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = \mathbf{7,3 \text{ kWh}}$$



Obrázek 22 Odběrový diagram – var. 5d

f) Velikost zásobníku

Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

Teplota ohřáté vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota studené vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{7,3}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,139 \text{ m}^3 = \underline{\underline{139 \text{ l}}}$$

g) Jmenovitý tepelný výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{T} \max = \frac{Q_{1p}}{T_p} = \frac{12,9}{24} = \underline{\underline{0,538 \text{ kW}}}$$

h) Potřebná teplosměnná plocha

Součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy: $U = 420 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(55 - 10)}} = \underline{\underline{27,31 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$A = \frac{(Q_{1n} \cdot 1000)}{U \cdot \Delta t} = \frac{(0,538 \cdot 1000)}{(420 \cdot 27,31)} = \underline{\underline{0,047 \text{ m}^2}}$$

B.1.2.6 Závěr

Zhodnocení návrhů ústředního zásobníkového ohřevu TV (Var. 1 – Var. 4):

Při jednotlivých výpočtech zásobníků pro teplou vodu jsme získali několik odlišných hodnot pro jeho návrh. Důvodem mohou být rozdílné vstupní veličiny výpočtu jednotlivých metod, zastaralé normové hodnoty nebo nepřesnosti ve výpočtu. Zejména pak ve výpočtu vycházející z měření, neboť pro výpočet jsou použity hodnoty, od kterých bylo potřeba odečíst hodnoty průtoku cirkulace teplé vody. Avšak v této hodnotě se mohou skrývat malé odběry teplé vody.

Výpočtem dle normy ČSN 06 0320 jsme spočetli objem zásobníku na **1 343 l**. Z výsledku lze navrhnout kombinaci ohříváčů Dražice OKC 1000 NTR/BP a OKC 500 NTR/BP. Při takovémto návrhu lze usoudit, že návrh je pro 15 bytů a 50 obyvatel předimenzovaný a vyžaduje velké ekonomické a dispoziční požadavky na umístění zásobníků.

Další varianta návrhu zásobníku je pomocí německé normy DIN 4708. Výsledkem je hodnota koeficientu potřeby $N_L = 9,85$. Z katalogu výrobce je vybráno výkonnostní číslo $N_{L,V}$, které musí být větší než koeficient potřeby; $N_{L,V} = 15,2 > N_L = 9,85$. Touto variantou výpočtu bychom navrhli zásobník Dražice OKC 400 NTR/BP o objemu **373 l**, s výkonem výměníku 58 kW.

V dalším způsobu výpočtu jsou použity naměřené hodnoty získané na budově s podobným provozem. Výpočtem se získal objem zásobníku **390 l**; max (387; 390). Objem zásobníku vyšel oproti výpočtu dle ČSN 06 0320 menší, neboť počítáme s naměřenou spotřebou teplé vody pro daný měřený BD. Spotřeba teplé vody vyšla pro pracovní den 41 l/os/den, o volném dni 30 l/os/den, zatímco ČSN 06 0320 předepisuje 82 l/os/den.

Další alternativní varianta návrhu je počítána pro maximální hodinovou špičku, vycházející z naměřených hodnot. Výpočtem získáme objem zásobníku **651 l**.

➤ ***Závěr:***

Navrhují zásobník OKC 750 NTR/BP.

Jedná se o nepřímotopný zásobník teplé vody, který bude odebírat teplo pro ohřev vody z výměňkové stanice. Maximální možný výkon výměníku je 99 kW. V našem případě je požadovaný jmenovitý tepelný výkon ohřevu ~ 35 kW.

Návrh tohoto zásobníku uvažuji pro vytvoření projektové dokumentace pro provedení stavby.



Obrázek 23 Zásobník OKC 750 NTR/BP [6]

Zhodnocení návrhů místního zásobníkového ohřevu TV (Var.5):

Jako druhou variantu návrhu ohřevu teplé vody uvažujeme opět zásobníkový ohříváč teplé vody, ale řešený jako místní ohřev. Vypracování této varianty bude jako projekt pro stavební povolení. Návrh místního ohřevu teplé vody je podle ČSN 06 0320 a je řešen jak s konstantní dodávkou tepla, tak i s využitím nízkého tarifu (s přerušovanou dodávkou tepla).

Ve výpočtu s uvažováním konstantní dodávkou tepla jsme spočetli objem zásobníku 118 l pro 4 os/byt, avšak s využitím nízkého tarifu je objem zásobníku 277 l pro 4 os/byt. U bytů pro 2 osoby je objem zásobníku 59 l s uvažováním konstantní dodávkou tepla, s využitím nízkého tarifu je objem zásobníku 139 l.

➤ Závěr:

Z jednotlivých výsledků vyplývá, že pro výběr varianty je potřeba usoudit, zda investovat za ohříváče s možností využití nízkého tarifu, ale o větším objemu nebo za ohříváče o menším objemu s konstantní dodávkou tepla.

Tato varianta, návrh místního zásobníkového ohřevu teplé vody, je řešena pouze jako projekt pro stavební povolení.

B.1.3 Výběr variant pro rozpracování

Jak již bylo dříve zmíněno, kanalizace má pouze jednu variantu řešení, která je zpracována v části C a D této diplomové práce. Kanalizace nemá více variant návrhu, neboť by se jednotlivé návrhy lišily jen nepatrně a to spíše dispozičně než koncepčně.

Stejně je tomu tak i u rozvodů studené vody a požárního vodovodu. Více variant řešení lze navrhnout u rozvodů teplé vody, neboť jejich rozvody se mění v závislosti na druhu ohřevu. Tyto varianty jsou popsány níže.

B.1.3.1 I. varianta – Rozvody TV při ústřední přípravě TV

Řešení označené jako první varianta je zvoleno pro podrobné zpracování projektu pro provedení stavby. Proto už je zbytečné pro tuto variantu vypracovávat projekt pro stavební povolení. Výpočty související s návrhem jednotlivých zařízení a rozvodů dílčích instalací ZTI jsou uvedeny v části C této diplomové práce. Technická zpráva a projektová dokumentace jsou obsaženy v části D.

Pro ústřední přípravu teplé vody je zvolen zásobníkový ohřev umístěný v místnosti Výměňíková stanice. Výpočet zásobníku je uveden v předešlých kapitolách. Při ústřední přípravě teplé vody jsou navrženy rozsáhlé horizontální rozvody teplé vody vedoucí k jednotlivým stoupacím potrubím v prostorách suterénu. Z důvodu vznikajících tepelných ztrát přírodního potrubí teplé vody je nutný návrh doplnit o rozvody cirkulace teplé vody a cirkulační čerpadlo. Návrhy jsou uvedeny v části C.

B.1.3.2 II. varianta – Rozvody TV při místní přípravě TV

Druhou variantou je místní příprava teplé vody a projekt je zpracován pouze jako projekt pro stavební povolení. Oproti ústřední přípravě vody zde odpadnou dlouhé rozvody teplé vody a rozvody cirkulace. Rozvody teplé vody vedou od místního zásobníkového ohříváče, umístěného převážně v koupelně nad pračkou, k jednotlivým odběrným místům. Rozvody studené vody a požární vody jsou vedeny pod stropem v prostorách suterénu a vedou k jednotlivým stoupacím potrubím. Vypracování této varianty obsahuje technickou zprávu uvedenou v kapitole B.4 a přílohy půdorysů podlaží v měřítku 1:100.

B.2 Ideové řešení navazujících profesí TZB

B.2.1 Vytápění

Zdrojem tepla v objektu je výměňíková stanice umístěná v místnosti Výměňíková stanice. Základním prvkem ohřevu TV je zásobníkový ohříváč s topnou spirálovitou vložkou, která nahrazuje výměňík tepla. V takovém případě odpadá výměňíkový okruh. Z výměňíkové stanice na straně sekundéru budou vedeny dva topné okruhy. Jeden pro přípravu teplé vody, druhý pro vytápění.

Svislé a ležaté rozvody z ocelového potrubí budou vedeny mimo instalační šachty, aby se zabránilo zbytečnému ohřevu trubek pitné vody v šachtě. Potrubí vedené k jednotlivým otopným tělesům bude vedeno v zemi a připojení otopných těles bude provedeno ze zdi. Tyto rozvody budou z plastu s hliníkovou vložkou a kyslíkovou bariérou. Otopná tělesa v jednotlivých místnostech budou desková typu VK opatřena termostatickou hlavicí.

B.2.2 Vzduchotechnika

Větrání obytné části budovy bude řešeno jako přirozené. Čerstvý vzduch do místnosti bude proudit infiltrací spárami oken. Koupelny a WC budou řešeny jako podtlakové nucené větrání pomocí malých axiálních ventilátorů. Podtlakové nucené větrání zabraňuje pronikání vzduchu a škodlivin do přilehlých obytných místností, neboť přívod vzduchu je menší než odvod. Odpadní vzduch (z koupelen, WC a digestoří) bude odváděn obdélníkovým plechovým pozinkovaným potrubím vedené v instalačních šachtách, které bude vyvedeno nad střešní rovinu a zakončeno ventilační turbínou.

B.3 Hodnocení navržených variant řešení

B.3.1 Hodnocení řešení kanalizace

Kanalizace je řešena pouze jednou možnou variantou technického řešení. Všechny rozvody jsou dobře přístupné, což je pro případné opravy velkou výhodou a je použito i dostatek čistících kusů. Tuto výhodu nám nabízí samo dispoziční řešení objektu a jiná varianta návrhu se tu nenabízí. Jako alternativní řešení by se v tomto objektu nabízelo jen zabezpečení vnitřní kanalizace proti vzduté vodě. Zabezpečení vnitřní kanalizace proti vzduté vodě se dá zajistit čerpáním nebo použitím zpětné armatury. Projekt byl řešen pouze pro první variantu, čerpání. V projektu kanalizace nejsou žádné specifické návrhy, které by zvyšovaly náklady na zřízení, a proto se z ekonomického hlediska jedná o přijatelné řešení.

B.3.2 Hodnocení řešení vodovodu

B.3.2.1 Hodnocení I. varianty

Vnitřní rozvody vodovodu považují pro případné revize či opravy za dobře přístupné.

Z uživatelského hlediska považují ústřední přípravu teplé vody za komfortnější, neboť potřebný zásobník je umístěn v suterénu v místnosti Výměňiková stanice a není tak potřeba pro ohřev

vody vymezovat prostor v bytech. Další výhodou ústřední přípravy vody je, že se obyvatelé bytového domu nemusejí starat o provoz systému a řešit případné opravy či seřízení.

Avšak z ekonomického hlediska předpokládám, že náklady na zřízení a provoz budou nákladnější než v případě místní přípravy teplé vody. Jsou zde vyžadovány rozsáhlé rozvody teplé vody, což je provázeno velkými tepelnými ztrátami, které musí být pokryty cirkulací teplé vody, a ta představuje další náklady.

B.3.2.2 Hodnocení II. varianty

U varianty s místní přípravou teplé vody uvažuji, že z hlediska komfortu může být stanovení odběru teplé vody výhodnější. Avšak v případě bytové jednotky jsou revize, poruchy či jejich opravy komplikovanější pro obyvatelé bytů.

Z prostorového hlediska vznikají při místní přípravě teplé vody větší nároky na prostor. Ohřívač vody zabírá místo, které může být využito jinak, což by určitě ocenili obyvatelé převážně malých bytů.

Předpokládám, že z ekonomického hlediska bude provoz této varianty výhodnější. Rozvody teplé vody jsou krátké a nevykazují velké tepelné ztráty. Odpadají zde tedy rozvody cirkulace teplé vody.

B.4 Projekt II. varianty pro stavební povolení

Řešení kanalizace v druhé variantě je shodné s řešením v první variantě. Proto je podrobně zpracována jen v části C a D. Stejně tak jsou pro obě varianty shodné i přípojky kanalizace a vodovodu. Situace je pro obě varianty vypracovaná též v částech C a D. Projekt pro stavební povolení obsahuje stručnou technickou zprávu. Technická zpráva se pro druhou variantu nepříliš liší od zprávy pro první variantu, zejména pak u vnitřní kanalizace. Zpráva je však o něco stručnější. Výkresy pro stavební povolení jsou uloženy jako příloha ve výkresové části D.

Seznam příloh projektu II. varianty:

B.4.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	
B.4.2	VODOVOD - PŮDORYS SUTERÉNU	1:100
B.4.3	VODOVOD - PŮDORYS PŘÍZEMÍ	1:100
B.4.4	VODOVOD - PŮDORYS 1.NP - 4.NP	1:100
B.4.5	VODOVOD - PŮDORYS 5.NP	1:100

B.4.1 Technická zpráva

B.4.1.1 Úvod

Akce: Rekonstrukce bytového domu
Místo: Mlýnská ul., č.p. 1746, Brno
Investor: Petr Jakl, Olšany 8, Brno
Stupeň: Projekt pro stavební povolení
Datum: 12 / 2016
Vypracovala: Bc. Simona Havlíčková

Projekt pro stavební povolení řeší rekonstrukci vnitřního vodovodu, kanalizace a jejich přípojky u bytového domu v ulici Mlýnská v Brně. Jedná se o podsklepený bytový dům s pěti nadzemními podlažími. V suterénu a v 1.-5.NP se nachází bytové jednotky, v přízemí dvě samostatné prodejny. Podkladem pro vypracování projektu byla projektová dokumentace stavebního řešení objektu a situace s inženýrskými sítěmi. Vztažná rovina 0,000 odpovídá výšce 322,800 m n. m. a je volena k úrovni podlahy přízemí. Při provádění prací je nutné dodržet podmínky městského úřadu, stavebního úřadu a zásady bezpečnosti práce.

B.4.1.2 Bilance potřeb

Potřeba vody:

Počet obyvatel: $n_1 = 46$
Specifická potřeba vody: $q_1 = 96 \text{ l/osoba den}$
Počet zaměstnanců: $n_2 = 4$
Specifická potřeba vody: $q_2 = 75 \text{ l/osoba den}$
Součinitel denní nerovnoměrnosti: $k_d = 1,5$
Součinitel hodinové nerovnoměrnosti: $k_h = 2,1$

Průměrná denní potřeba vody:

$$Q_p = \sum (p_i * n_i) = 96 * 46 + 75 * 4 = 4\,716 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_m = Q_p * k_d = 4\,716 * 1,5 = 7\,074 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_h = \frac{1}{24} * Q_m * k_h = \frac{1}{24} * 7\,074 * 2,1 = 619 \text{ l/h}$$

Roční potřeba vody:

$$Q_r = Q_p \cdot d = (96 \cdot 46) \cdot 365 + (75 \cdot 4) \cdot 240 = 1\,683\,840 \text{ l/rok} = 1\,683,8 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Potřeba teplé vody:

Počet obyvatel:	$n_1 = 46$
Specifická denní potřeba teplé vody:	$q_1 = 40 \text{ l/osoba den}$
Počet zaměstnanců:	$n_2 = 4$
Specifická denní potřeba teplé vody:	$q_2 = 19 \text{ l/osoba den}$

$$Q = \sum (q_i \cdot n_i) = 40 \cdot 46 + 19 \cdot 4 = 1\,916 \text{ l/den}$$

B.4.1.3 Přípojky

Kanalizační přípojka:

Objekt bude odkanalizován do stávající jednotné stoky DN 300 v ulici Mlýnská. Pro odvod dešťových i splaškových vod z budovy bude vybudována nová kameninová kanalizační přípojka DN 150. Hlavní čistící šachta o rozměru 800 x 1000 bude umístěna uvnitř budovy, přístupná ze suterénu. Přípojka bude na stoku napojena jádrovým vývrtem.

Vodovodní přípojka:

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11, DN 63 x 5,8. Napojená na vodovodní řad pro veřejnou potřebu v ulici Mlýnská. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,55 až 0,60 MPa. Vodovodní přípojka bude na veřejný litinový řad DN 100 napojena navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem. Vodoměrová sestava s vodoměrem a hlavním uzávěrem vody bude umístěna za obvodovou zdí v suterénu bytového domu.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie.

B.4.1.4 Vnitřní kanalizace

Kanalizace odvádějící odpadní vody z nemovitosti bude napojena na jednotnou kanalizační přípojku napojenou na veřejnou stoku v ulici Mlýnská.

Kanalizace odvádějící dešťové vody je zaústěna do retenční nádrže z důvodu omezení odtoku srážkových vod do kanalizace. Z retenční nádrže je voda řízeným odtokem odváděna do jednotné kanalizace.

Svodná potrubí splaškové kanalizace povedou v zemi pod podlahou suterénu. Svodné potrubí dešťové kanalizace bude vedeno podél stěn v prostorách suterénu a pod terénem vně domu. Vnitřní svodné potrubí bude provedeno z materiálu PP HT a ukotveno do stěn. Svodné potrubí vedené v zemi bude z materiálu PVC-KG.

Splašková odpadní potrubí budou spojena větracím potrubím s venkovním prostředím a povedou v instalační šachtě společně se stoupacím potrubím vodovodu. Připojovací potrubí budou vedena v přizdívkách předstěnových instalací, pod omítkou a pod kuchyňskou linkou. Pro napojení pračky a myčky bude osazena zápachová uzávěrka.

Dešťová odpadní potrubí budou vnější vedená po fasádě a budou v úrovni terénu opatřena lapači střešních splavenin.

Vnitřní kanalizace je navržena a bude provedena a zkoušena podle ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760.

Materiálem potrubí v zemi budou trouby a tvarovky z PVC KG uložené na pískovém loži tloušťky 100 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Splašková odpadní, větrací a připojovací potrubí budou z polypropylenu HT a budou upevňována ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou. Dešťová odpadní potrubí budou do výšky 1,5 m nad terénem provedena z litinové trouby upevněné nad terénem a pod hrdlem ocelovou objímkou ke stěně. Vyšší část dešťových odpadních potrubí je klempířský výrobek.

B.4.1.5 Vnitřní vodovod

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody v ulici Mlýnská. Vodoměr a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude umístěn za obvodovou zdí v suterénu bytového domu. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,55 až 0,60 MPa.

Hlavní přívodní ležaté potrubí povede v hloubce 1,7 m pod terénem vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou skrz obvodovou zeď. V domě bude ležaté potrubí vedeno pod stropem suterénu.

Stoupací potrubí povedou v instalační šachtě společně s odpadními potrubími kanalizace. Připojovací potrubí budou vedena v přízdívkách předstěnových instalací, pod omítkou a pod kuchyňskou linkou.

Teplá voda bude připravována pro každý byt zvlášť. Místní zásobníkové ohřívače budou umístěny v koupelnách. Na přívodu studené vody do těchto ohřívačů budou kromě uzávěrů osazeny ještě vypouštěcí ventily a pojistné ventily, které jsou už konstrukčně spojeny do jednoho celku se zpětnými ventily a jsou nastavené na otevírací přetlak 0,6 MPa.

V objektu je instalován také vodovod obsahující požární hydranty. Ten je od vodovodu pitné vody oddělen pomocí ochranné jednotky. Hydranty jsou umístěny vždy v každém patře ve stěně chodby.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN 75 5409.

Materiálem potrubí pro pitnou vodu uvnitř domu bude PPR, PN 20, požární hadicový systém bude z pozinkované oceli. Potrubí vně domu vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným závittem. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

B.4.1.6 Zařizovací předměty

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů (část D). Záchodové misky budou závěsné. Nad umývatky budou výtokové ventily na studenou vodu. U umyvadel a dřezů budou stojánkové směšovací baterie. Sprchové baterie a vanové baterie budou nástěnné. Výlevka bude závěsná se splachovací nástěnnou nádrží a směšovací baterií s dlouhým otočným výtokem. Automatická pračka a myčka nádobí bude

k vodovodnímu a kanalizačnímu potrubí připojena přes soupravu HL 406. Místnost Výměníková stanice bude odvodněna podlahovou vpustí s nerezovou mřížkou.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

B.4.1.7 Zemní práce

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 800 mm. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře zhutnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1500 mm je nutno pažit příložným pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., další příslušné ČSN, technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a městského úřadu a zajistit bezpečnost práce.

C. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY

C.1 VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V CELÉ BUDOVĚ A JEJICH NAPOJENÍ NA SÍTĚ PRO VEŘEJNOU POTŘEBU

C.1.1 Zadání

Bytový dům se nachází v Brně, v ulici Mlýnská č.p. 1746. Objekt se nachází ve stávající zástavbě, ke kterému ze západní strany přiléhají sousední objekty. Jedná se o zděný podsklepený bytový dům s pěti nadzemními podlažími. V suterénu a v 1.- 5.NP se nachází bytové jednotky, v přízemí nalezneme dvě samostatné prodejny. V bytovém domě předpokládáme celkem 50 obyvatel. Prostory podzemního podlaží jsou využity převážně jako skladovací prostory a technické zázemí.

Veřejné inženýrské sítě se nacházejí v ulici Mlýnská. Vodovodní přípojka bude napojena na veřejný vodovod z litiny DN 100. Dešťová kanalizace bude svedena do retenční nádrže. Z retenční nádrže bude pokračovat do jednotné kanalizace napojené do veřejné kanalizace z kameniny DN 300.

C.1.2 Bilance potřeby vody

V bytovém domě se v suterénu a v 1.- 5.NP nachází bytové jednotky, ve kterých předpokládáme celkem 46 obyvatel. V přízemí nalezneme dvě samostatné prodejny. Uvažujeme celkem 4 zaměstnance na směnu a 240 prodejních dní v roce. Směrná čísla roční potřeby vody jsou získána z vyhl. č.48/2014 Sb.

a) Specifická potřeba vody

Směrné číslo roční potřeby vody - byty $q_1 = 35 \text{ m}^3/\text{os. rok}$

- prodejny s čistým provozem $q_2 = 18 \text{ m}^3/\text{os. rok}$

$$p_1 = \frac{q_1}{365} = \frac{35}{365} = 0,096 \text{ m}^3/\text{osoba den} = \mathbf{96 \text{ l/osoba den}}$$

$$p_2 = \frac{q_2}{240} = \frac{18}{240} = 0,075 \text{ m}^3/\text{osoba den} = \mathbf{75 \text{ l/osoba den}}$$

b) Průměrná denní potřeba vody

Celkem počet osob - byty $n_1 = 46 \text{ osob}$

- prodejny $n_2 = 4$ zaměstnanci

$$Q_p = \sum (p_i * n_i) = 96 * 46 + 75 * 4 = \mathbf{4\,716\,l/den}$$

c) Maximální denní potřeba vody

Součinitel denní nerovnoměrnosti: $k_d = 1,5$

$$Q_m = Q_p * k_d = 4\,716 * 1,5 = \mathbf{7\,074\,l/den}$$

d) Maximální hodinová potřeba vody

Součinitel hodinové nerovnoměrnosti: $k_h = 2,1$

$$Q_h = \frac{1}{24} * Q_m * k_h = \frac{1}{24} * 7\,074 * 2,1 = \mathbf{619\,l/h}$$

e) Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p * d = (96 * 46) * 365 + (75 * 4) * 240 = 1\,683\,840\,l/rok = \mathbf{1\,683,8\,m^3/rok}$$

C.1.3 Bilance potřeby teplé vody

a) Potřeba teplé vody na X počet obyvatel

Celkem počet osob

- byty

$n_1 = 46$ osob

- prodejny

$n_2 = 4$ zaměstnanci

Specifická denní potřeba teplé vody

- byty

$q_1 = 40\,l/osoba\,den$

- prodejny

$q_2 = 19\,l/zaměstnanec\,den$

$$Q = \sum (q_i * n_i) = 40 * 46 + 19 * 4 = \mathbf{1\,916\,l/den}$$

C.1.4 Bilance odtoku odpadních vod

- **Splaškové vody**

a) Průměrný denní odtok splaškové vody

$$Q_{24m} = \sum (p_i * n_i) = 96 * 46 + 75 * 4 = \mathbf{4\,716\,l/den}$$

b) Maximální denní odtok splaškové vody

$$Q_d = Q_{24m} * k_d = 4\,716 * 1,5 = \mathbf{7\,074\,l/den}$$

c) Maximální hodinový odtok splaškové vody

Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti: $k_h = 6,7$ (pro 50 osob)

$$Q_h = \frac{1}{24} * Q_d * k_h = \frac{1}{24} * 7\,074 * 6,7 = \mathbf{1\,975\,l/h}$$

d) Roční odtok splaškové vody

$$Q_r = Q_{24m} * d = (96 * 46) * 365 + (75 * 4) * 240 = 1\,683\,840\,l/rok = \mathbf{1\,683,8\,m^3/rok}$$

- **Dešťové vody**

Množství srážkových vod

Souč. odtoku dešťových vod (nepropust. vrstva):	$C = 1,0$
Odvodňovaná plocha:	$A = 223,5 \text{ m}^2$
Redukovaná plocha:	$A_{\text{red}} = A * C$
	$A_{\text{red}} = 223,5 * 1,0 = 223,5 \text{ m}^2$
Dlouhodobý srážkový úhrn:	Brno 522 mm/rok
	$= 0,522 \text{ m/rok}$
Roční množství odváděných srážkových vod:	$0,522 * 223,5 = \mathbf{116,7 \text{ m}^3/\text{rok}}$

C.2 VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ROZPRACOVÁNÍM VYBRANÉ VARIANTY

C.2.1 Kanalizace

Dimenzování potrubí vnitřní kanalizace podle:

ČSN EN 12056-2 (ČSN 75 6760) - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod – Navrhování a výpočet

ČSN EN 12056-3 (ČSN 75 6760) - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet

ČSN 75 6261 Dešťová kanalizace

a) Průtok odpadních vod

$$Q_{\text{ww}} = K * \sqrt{\sum DU} \text{ [l/s]}$$

Q_{ww} ... průtok odpadních vod v l/s

K ... součinitel odtoku (bez rozměru)

$K = 0,5$... rovnoměrný odběr vody v BD

$\sum DU$... součet výpočtových odtoků v l/s

b) Celkový průtok splaškových odpadních vod

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_{\text{c}} + Q_{\text{p}} \text{ [l/s]}$$

Q_{tot} ... celkový průtok odpadních vod v l/s

Q_{ww} ... průtok odpadních vod v l/s

Q_c ... trvalý průtok v l/s

$$Q_c = 0 \text{ l/s}$$

Q_p ... čerpaný průtok v l/s

Čerpané průtoky trvající méně než 5 min se uvažují jako výpočtové odtoky DU.

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

$$Q_{tot} = Q_{ww} + 0 + Q_p$$

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_p$$

Tabulka 12 Výpočtové odtoky DU [l/s] a jmenovité světlosti DN nevětraných připojovacích potrubí jednotlivých zařizovacích předmětů

Označení	Zařizovací předmět	Výpočtové odtoky DU [l/s]	DN
U2	Umývatko	0,3	40
U1	Umyvadlo	0,5	40
DJ1 DJ2	Kuchyňský dřez	0,8	50
MN1	Myčka nádobí	0,8	50
AP1	Automatická pračka	0,8	50
VA1	Vana	0,8	50
SM1	Sprchová mísa bez zátky	0,6	50
VP	Podl. vpust DN100	2,0	100
WC1	Záchodová mísa	2,0	100
VL1	Výlevka	2,5	100

C.2.1.1 Dimenzování připojovacího splaškového potrubí

Pozn.: Dimenzování potrubí od jednoho zařizovacího předmětu se provádí dle výše uvedené tabulky.

Připojovací potrubí k odpadnímu potrubí č. 1 = č. 2

1.- 5.NP

Zařizovací předměty: WC1

DU = 2,0 l/s

$Q_{ww1} = DU = 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo } 110 - \text{PP HT}$

Zařizovací předměty: U2

DU = 0,3 l/s

$Q_{ww2} = DU = 0,3 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 40 \rightarrow \text{navrženo } 40 - \text{PP HT}$

Zařizovací předměty: U2 + AP1

$$\sum DU = 0,3 + 0,8 = 1,1 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww3} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{1,1} = 0,52 \rightarrow Q_{ww3} = 0,8 \text{ l/s}$$

→ DN 50 → navrženo 50 - PP HT

Zařizovací předměty: WC1 + U2 + AP1

$$\sum DU = 2,0 + 0,3 + 0,8 = 3,1 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww4} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{3,1} = 0,88 \rightarrow Q_{ww4} = 2,0 \text{ l/s}$$

→ DN 100 → navrženo 110 - PP HT

Zařizovací předměty: MN1

$$DU = 0,8 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww5} = DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 50} \rightarrow \text{navrženo 50 - PP HT}$$

Zařizovací předměty: MN1 + U1

$$\sum DU = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww6} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{1,3} = 0,57 \rightarrow Q_{ww6} = 0,8 \text{ l/s}$$

→ DN 50 → navrženo 50 - PP HT

Zařizovací předměty: MN1 + U1 + DJ2

$$\sum DU = 0,8 + 0,5 + 0,8 = 2,1 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww7} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{2,1} = 0,72 \rightarrow Q_{ww7} = 0,8 \text{ l/s}$$

→ DN 50 → navrženo 50 - PP HT

Zařizovací předměty: MN1 + U1 + DJ2 + VA1

$$\sum DU = 0,8 + 0,5 + 0,8 + 0,8 = 2,9 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww8} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{2,9} = 0,85 \rightarrow Q_{ww8} = 0,85 \text{ l/s}$$

→ DN 70 → navrženo 110 - PP HT

Pozn.: V tomto úseku vhodnější DN 100

PŘÍZEMÍ

Zařizovací předměty: WC1

$$DU = 2,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww9} = DU = 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 100} \rightarrow \text{navrženo 110 - PP HT}$$

Zařizovací předměty: U2

$$DU = 0,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww10} = DU = 0,3 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 40} \rightarrow \text{navrženo 50 - PP HT}$$

Pozn.: V katalogu pouze 110/50-45°

Zařizovací předměty: WC1 + U2

$$\sum DU = 2,0 + 0,3 = 2,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww11} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{2,3} = 0,76 \rightarrow Q_{ww11} = 2,0 \text{ l/s}$$

→ DN 100 → navrženo 110 - PP HT

Zařizovací předměty: DJ1

$$DU = 0,8 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww12} = DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 50} \rightarrow \text{navrženo 50 - PP HT}$$

Připojovací potrubí k odpadnímu potrubí č. 3

1.- 4.NP

Zařizovací předměty: U1

DU = 0,5 l/s

$Q_{ww1} = DU = 0,5 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 40 \rightarrow \text{navrženo} \quad 40 - \text{PP HT}$

Zařizovací předměty: U1 + DJ1

$\sum DU = 0,5 + 0,8 = 1,3 \text{ l/s}$

$Q_{ww2} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{1,3} = 0,57 \rightarrow Q_{ww2} = 0,8 \text{ l/s}$
 $\rightarrow \text{DN } 50 \rightarrow \text{navrženo} \quad 50 - \text{PP HT}$

Zařizovací předměty: U1 + DJ1 + WC1

$\sum DU = 0,5 + 0,8 + 2,0 = 3,3 \text{ l/s}$

$Q_{ww3} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{3,3} = 0,91 \rightarrow Q_{ww3} = 2,0 \text{ l/s}$
 $\rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo} \quad 110 - \text{PP HT}$

Zařizovací předměty: AP1

DU = 0,8 l/s

$Q_{ww4} = DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 50 \rightarrow \text{navrženo} \quad 50 - \text{PP HT}$

Zařizovací předměty: AP1 + SM1

$\sum DU = 0,8 + 0,6 = 1,4 \text{ l/s}$

$Q_{ww5} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{1,4} = 0,6 \rightarrow Q_{ww5} = 0,8 \text{ l/s}$
 $\rightarrow \text{DN } 50 \rightarrow \text{navrženo} \quad 50 - \text{PP HT}$

Nevětrané připojovací potrubí č. 4

Zařizovací předměty: U2

DU = 0,3 l/s

$Q_{ww1} = DU = 0,3 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 40 \rightarrow \text{navrženo} \quad 50 - \text{PP HT}$
Pozn.: V katalogu pouze 110/50-87°

Zařizovací předměty: U2 + WC1

$\sum DU = 0,3 + 2,0 = 2,3 \text{ l/s}$

$Q_{ww2} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{2,3} = 0,76 \rightarrow Q_{ww2} = 2,0 \text{ l/s}$
 $\rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo} \quad 110 - \text{PP HT}$

Nevětrané připojovací potrubí č. 5

Zařizovací předměty: U1

DU = 0,5 l/s

$Q_{ww1} = DU = 0,5 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 40 \rightarrow \text{navrženo} \quad 50 - \text{PP HT}$

Nevětrané připojovací potrubí č. 6

Zařizovací předměty: VA1

DU = 0,8 l/s

$Q_{ww1} = DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 50 \rightarrow \text{navrženo} \quad 75 - \text{PP HT}$

Nevětrané připojovací potrubí č. 7

Zařizovací předměty: AP1

DU = 0,8 l/s

$$Q_{ww1} = DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 50 \rightarrow \text{navrženo} \quad 75 - \text{PP HT}$$

Nevětrané připojovací potrubí č. 8

Zařizovací předměty: DJ2

$$DU = 0,8 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww1} = DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 50 \rightarrow \text{navrženo} \quad 75 - \text{PP HT}$$

Nevětrané připojovací potrubí č. 9

Zařizovací předměty: VL1 + U1

$$\sum DU = 2,5 + 0,5 = 3,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww1} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{3,0} = 0,87 \rightarrow Q_{ww1} = 2,5 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo} \quad 110 - \text{PP HT}$$

Nevětrané připojovací potrubí č. 10

Zařizovací předměty: VP

$$DU = 2,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww1} = DU = 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo} \quad 110 - \text{PP HT}$$

C.2.1.2 Dimenzování odpadního sphaškového potrubí s hlavním větracím potrubím

Odpadní potrubí č. 1

Zařizovací předměty: 5*MN1 + 5*U1 + 5*DJ2 + 5*VA1 + 6*U2 + 5*AP1 + 6*WC1 + DJ1

$$\sum DU = 5*0,8 + 5*0,5 + 5*0,8 + 5*0,8 + 6*0,3 + 5*0,8 + 6*2,0 + 0,8 = 33,1 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww1} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{33,1} = 2,88 \rightarrow Q_{ww1} = 2,88 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo} \quad 110 - \text{PP HT}$$

Odpadní potrubí č. 2

Zařizovací předměty: 5*MN1 + 5*U1 + 5*DJ2 + 5*VA1 + 6*U2 + 5*AP1 + 6*WC1 + DJ1

$$\sum DU = 5*0,8 + 5*0,5 + 5*0,8 + 5*0,8 + 6*0,3 + 5*0,8 + 6*2,0 + 0,8 = 33,1 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww2} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{33,1} = 2,88 \rightarrow Q_{ww2} = 2,88 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo} \quad 110 - \text{PP HT}$$

Odpadní potrubí č. 3

Zařizovací předměty: 4*AP1 + 4*SM1 + 4*U1 + 4*DJ1 + 4*WC1

$$\sum DU = 4*0,8 + 4*0,6 + 4*0,5 + 4*0,8 + 4*2,0 = 18,8 \text{ l/s}$$

$$Q_{ww3} = K * \sqrt{\sum DU} = 0,5 * \sqrt{18,8} = 2,17 \rightarrow Q_{ww3} = 2,17 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow \text{DN } 100 \rightarrow \text{navrženo} \quad 110 - \text{PP HT}$$

C.2.1.3 Dimenzování odpadního dešťového potrubí

$$Q_r = i * C * A \text{ [l/s]}$$

Q_r ... průtok dešťových vod v l/s

i ... intenzita deště v l/(s*m²)

$i = 0,03 \text{ l/(s*m}^2\text{)}$... u střech a ploch ohrožujících budovu zaplavením

C ... součinitel odtoku dešťových vod

$C = 1$... střechy ostatní, 1-5%

A ... půdorysný průmět odvodňované plochy v m²

$A = 223,5 \text{ m}^2$ /4 odpadní dešť. potrubí

$A' = 55,9 \text{ m}^2$ /1 odpadní dešť. potrubí

$$Q_r = i * C * A'$$

$$Q_r = 0,03 * 1 * 55,9$$

$$Q_r = 1,68 \text{ l/s}$$

Návrh odpadního dešťového potrubí **DN 100**

Návrh **lapače střešních splavenin HL600**, DN 100, $Q_{ls,max} = 6 - 6,67 \text{ l/s}$

Posouzení: $Q_{ls,max} > Q_r$

$6 > 1,68 \text{ l/s}$ VYHOVUJE

C.2.1.4 Průtok splaškových a dešťových odpadních vod svodným potrubím

Stupeň plnění 70 %.

Stanovení jmenovité světlosti svodného potrubí podle tabulky č. 13.

Tabulka 13 Hydraulické kapacity Q_{max} při stupni plnění 70 % [2]

Sklon J [%]	DN 100		DN 125		DN 150	
	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0
1,5	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3
2,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5
2,5	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6
3,0	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8
3,5	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9
4,0	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1

Tabulka 14 Průtok splaškových a dešťových odpadních vod svodným potrubím

	ÚSEK	SKLON [%]	Σ DU [l/s]	Q_{ww} [l/s]	Q_p [l/s]	Q_r [l/s]	Q_{tot} [l/s]	Q_{max} [l/s]	NÁVRH POTRUBÍ
PRŮTOK SPLAŠ. VOD	1 - 2'	2%	33,1	2,88	-	-	2,88	5,9	110-PVC KG
	2 - 2'	2%	33,1	2,88	-	-	2,88	5,9	110-PVC KG
	2' - 3'	2%	66,2	4,07	-	-	4,07	5,9	110-PVC KG
	3 - 3'	3%	18,8	2,17	-	-	2,17	7,3	110-PVC KG
	3' - 11'	2%	85,0	4,61	-	-	4,61	5,9	110-PVC KG
ČERPANÝ PRŮTOK SPLAŠ. VOD	4 - 5'	2%	2,3	-	2,00	-	2,00	5,9	110-PVC KG
	5 - 6'	2%	0,5	-	0,50	-	0,50	5,9	110-PVC KG
	6 - 6'	3%	0,8	-	0,80	-	0,80	7,3	110-PVC KG
	7 - 7'	2%	0,8	-	0,80	-	0,80	5,9	110-PVC KG
	8 - 8'	3%	0,8	-	0,80	-	0,80	7,3	110-PVC KG
	9 - 9'	3%	3,0	-	2,50	-	2,50	7,3	110-PVC KG/ 110-PP HT
	10 - 10'	2%	2,0	-	2,00	-	2,00	5,9	110-PVC KG/ 110-PP HT
	6' - 7'	2%	1,3	-	0,80	-	0,80	5,9	110-PVC KG
	7' - 8'	2%	2,1	-	0,80	-	0,80	5,9	110-PVC KG
	8' - 5'	2%	2,9	-	0,85	-	0,85	5,9	110-PVC KG
	5' - 9'	2%	5,2	-	1,14	-	1,14	5,9	110-PVC KG/ 110-PP HT
	9' - 10'	2%	8,2	-	2,50	-	2,50	5,9	110-PP HT
	10' - 4'	2%	10,2	-	2,50	-	2,50	5,9	110-PP HT
	11 - 11'	3%	10,2	-	2,70	-	2,70	7,3	110-PVC KG
CELK. PRŮTOK SPLAŠ. VOD	11' - D5'	2%	95,2	4,61	2,70	-	7,31	9,6	125-PVC KG
PRŮTOK DEŠŤOVÝCH VOD	D1 - D2'	4%	-	-	-	1,68	-	8,4	110-PVC KG/ 110-PP HT
	D2 - D2'	1%	-	-	-	1,68	-	4,2	110-PVC KG
	D3 - D3'	1%	-	-	-	1,68	-	4,2	110-PVC KG
	D4 - D4'	1%	-	-	-	1,68	-	4,2	110-PVC KG
	D2' - D3'	4%	-	-	-	3,36	-	8,4	110-PP HT
	D3' - D4'	4%	-	-	-	5,04	-	8,4	110-PVC KG
	D4' - D1'	4%	-	-	-	6,72	-	8,4	110-PVC KG
	D5 - D5'	3%	-	-	-	6,72	-	7,3	110-PVC KG

PVC-KG ... svodné potrubí uložené v zemi

PP-HT ... svodné potrubí, které není uloženo v zemi

C.2.1.5 Návrh přečerpávací stanice

Návrh přečerpávací stanice odpadních vod dle ČSN EN 12056-4. Pro návrh čerpacího zařízení je nutné stanovit dopravní výšku H [m] podle vztahu:

$$H = H_g + \frac{\Delta p_{RF}}{\rho * g} \text{ [m]}$$

H ... dopravní výška čerpacího zařízení v m

H_g ... geodetická dopravní výška v m

Rozdíl mezi nejnižší hladinou vody nad čerpadlem a vrcholem výtlačného potrubí

$$H_g = 5,28 \text{ m}$$

Δp_{RF} ... tlakové ztráty výtlačného potrubí v Pa stanovené dle rovnice:

$$\Delta p_{RF} = \Sigma (l * R + \Delta p_F)$$

l ... délka posuzovaného potrubí v m

$$l = 7,53 \text{ m}$$

R ... délková tlaková ztráta třením v kPa/m

$$R = 0,97 \text{ kPa/m}$$

Δp_F ... tlaková ztráta vlivem místních odporů v kPa

$$\Delta p_F = 9,4 \text{ kPa}$$

ρ ... hustota vody v kg/m^3

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

g ... tíhové zrychlení v m/s^2

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta p_{RF} = \Sigma (l * R + \Delta p_F)$$

$$\Delta p_{RF} = 7,53 * 0,97 + 9,4$$

$$\Delta p_{RF} = 16,7 \text{ kPa}$$

$$H = H_g + \frac{\Delta p_{RF}}{\rho * g}$$

$$H = 5,28 + \frac{16\,700}{1000 * 9,81}$$

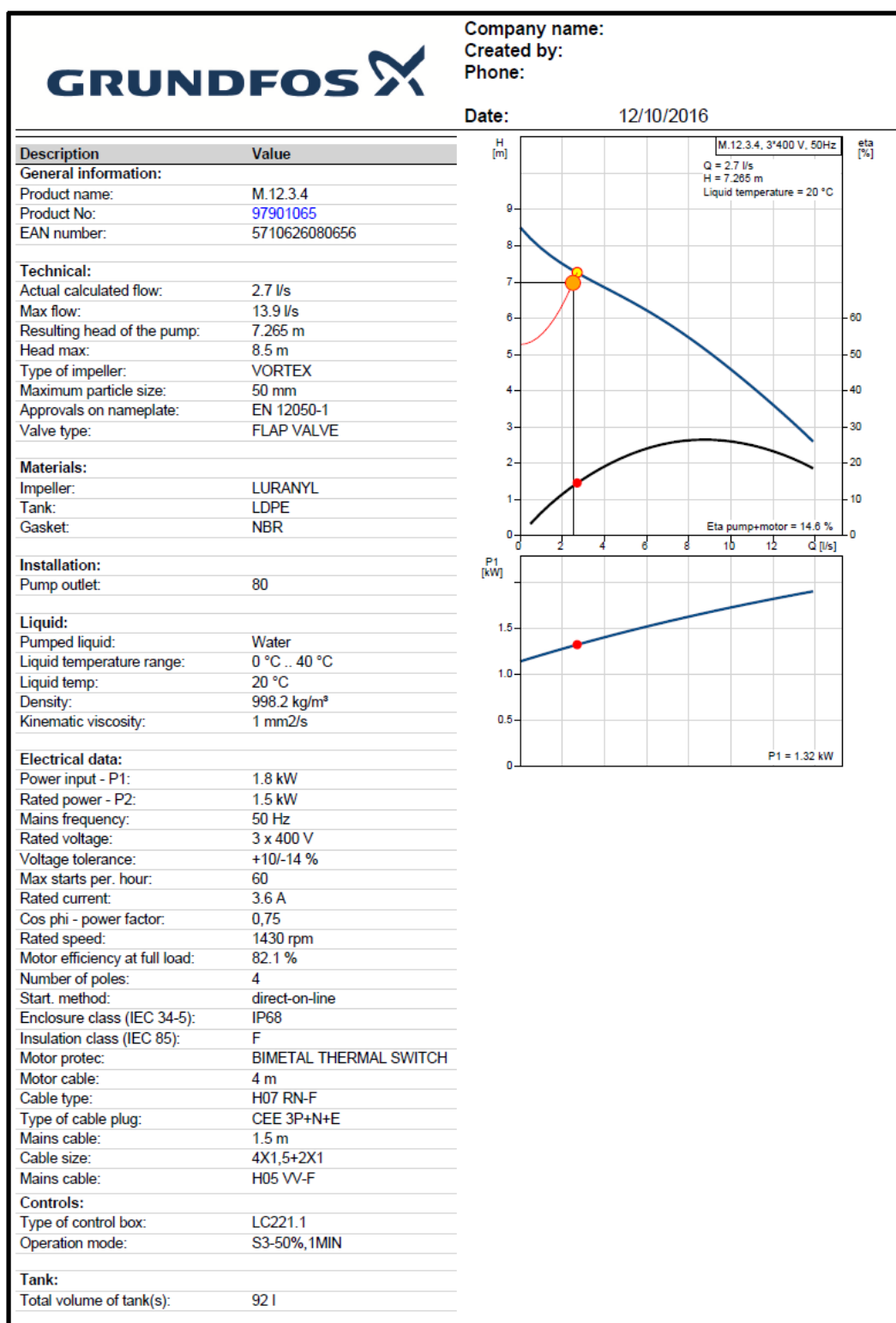
$$H = 6,98 \text{ m}$$

Návrh přečerpávací stanice GRUNDFOS MULTILIFT M.12.3.4

Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 2,7 l/s

Maximální průtok: 13,9 l/s

Maximální dopravní výška: 8,5 m



Obrázek 24 Technický list přečerpávací stanice Grundfos [9]

Návrh kalového čerpadla

Zvolený průtok: 1 l/s

Návrh čerpadla odpadních vod dle ČSN EN 12056-4. Pro návrh čerpacího zařízení je nutné stanovit dopravní výšku H [m] podle vztahu:

$$H = H_g + \frac{\Delta p_{RF}}{\rho * g} \text{ [m]}$$

H ... dopravní výška čerpacího zařízení v m

H_g ... geodetická dopravní výška v m

Rozdíl mezi nejnižší hladinou vody nad čerpadlem a vrcholem výtlačného potrubí

$$H_g = 4,58 \text{ m}$$

Δp_{RF} ... tlakové ztráty výtlačného potrubí v Pa stanovené dle rovnice:

$$\Delta p_{RF} = \Sigma (l * R + \Delta p_F)$$

l ... délka posuzovaného potrubí v m

$$l = 8,4 \text{ m}$$

R ... délková tlaková ztráta třením v kPa/m

$$R = 0,549 \text{ kPa/m}$$

Δp_F ... tlaková ztráta vlivem místních odporů v kPa

$$\Delta p_F = 7,1 \text{ kPa}$$

ρ ... hustota vody v kg/m^3

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

g ... tíhové zrychlení v m/s^2

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta p_{RF} = \Sigma (l * R + \Delta p_F)$$

$$\Delta p_{RF} = 8,4 * 0,549 + 7,1$$

$$\Delta p_{RF} = 11,71 \text{ kPa}$$

$$H = H_g + \frac{\Delta p_{RF}}{\rho * g}$$

$$H = 4,58 + \frac{11\,710}{1000 * 9,81}$$

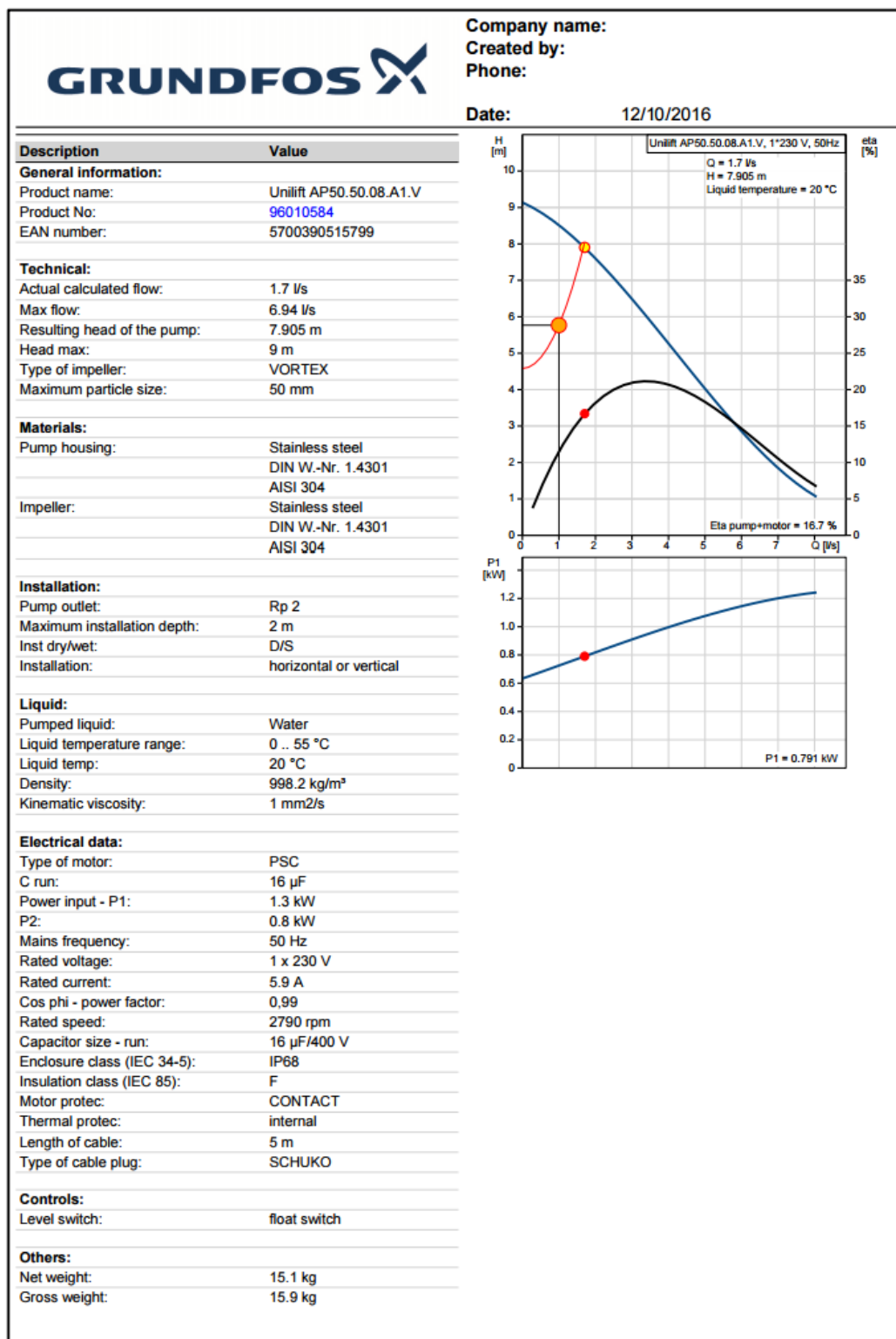
$$H = 5,77 \text{ m}$$

Návrh kalového čerpadla GRUNDFOS UNILIFT AP50.50.08.A1.V

Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 1,7 l/s

Maximální průtok: 6,94 l/s

Maximální dopravní výška: 9 m



Obrázek 25 Technický list kalového čerpadla Grundfos [9]

C.2.1.6 Dimenzování retenční nádrže

$$V_r = 0,001 * w * h_d * (A_{red} + A_r) - 0,0001 * Q_o * t_c * 60 [m^3]$$

V_r ... retenční objem retenční dešťové nádrže v m^3

w ... součinitel stoletých srážek

$$w = 1,0$$

h_d ... návrhový úhrn srážky v mm

A_{red} ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy v m^2

$$A_{red} = A * C$$

A ... půdorysný průmět odvodňované plochy v m^2

$$A = 223,5 m^2$$

C ... součinitel odtoku dešťových vod

$$C = 1 \text{ ...střechy ostatní, 1-5\%}$$

A_r ... plocha hladiny retenční dešťové nádrže v m^2

(uvažuje se jen u povrchových retenčních dešťových nádrží)

$$A_r = 0 m^2$$

Q_o ... regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže v l/s

$$Q_o = A' * Q_{st} / 10\,000$$

A' ... odvodňovaná plocha celé parcely

$$A' = 365,6 m^2$$

Q_{st} ... odtok srážkových vod z celé nemovitosti v l/(s*ha)

$$Q_{st} = 10 \text{ l/(s*ha) pro Brno}$$

t_c ... doba trvání srážky v min.

$$A_{red} = A * C$$

$$A_{red} = 223,5 * 1$$

$$A_{red} = 223,5 m^2$$

$$Q_o = A' * Q_{st} / 10\,000$$

$$Q_o = 365,6 * 10 / 10\,000$$

$$Q_o = 0,366 \text{ l/s}$$

t_c	h_d	$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60$	V_r
5	12	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 12 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 5 \cdot 60$	2,57
10	18	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 18 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 10 \cdot 60$	3,80
15	21	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 21 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 15 \cdot 60$	4,36
20	23	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 23 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 20 \cdot 60$	4,70
30	25	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 25 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 30 \cdot 60$	4,93
40	27	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 27 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 40 \cdot 60$	5,16
60	29	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 29 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 60 \cdot 60$	5,16
120	35	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 35 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 120 \cdot 60$	5,19
240	39	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 39 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 240 \cdot 60$	3,45
360	44	$V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 44 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,366 \cdot 360 \cdot 60$	1,93

Retenční objem 5,19 m³.

Navržena hranatá **retenční nádrž Plasticbox**, samonosná nádrž o objemu 8 m³.

Půdorysný rozměr 1,4 x 3,1 m, výška 2 m.

Výška revizního komínku 400 mm, průměr 650 mm.



Obrázek 26 Navržená retenční nádrž [10]

C.2.1.7 Průtok odpadních vod v přípojce jednotné vnitřní kanalizace

$$Q_{rw} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_o \text{ [l/s]}$$

- Q_{rw} ... průtok odpadních vod v l/s v přípojce jednotné vnitřní kanalizace
Odtok srážkových vod přiváděný do hlavní čistící šachty je na odtoku z retenční dešťové nádrže regulován.
- Q_{ww} ... průtok splaškových vod v l/s
 $Q_{ww} = 4,61 \text{ l/s}$
- Q_c ... trvalý průtok v l/s
 $Q_c = 0 \text{ l/s}$
- Q_p ... čerpaný průtok v l/s
 $Q_p = 2,70 \text{ l/s}$
- Q_o ... regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže v l/s
 $Q_o = 0,366 \text{ l/s}$

$$Q_{rw} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_o$$

$$Q_{rw} = 4,61 + 0 + 2,70 + 0,366$$

$$Q_{rw} = 7,68 \text{ l/s}$$

$$Q_{rw} = 7,68 \text{ l/s}; \text{ sklon } 2\% \quad \rightarrow \quad \text{DN } 150$$

Návrh **přípojky jednotné kanalizace**: 150-KAMENINA

C.2.2 Vodovod

Pro vypracování této varianty je zvolena ústřední příprava teplé vody (návrh proveden v části B této diplomové práce). Z důvodu dlouhých rozvodů teplé vody a jejich tepelných ztrát je nutné návrh doplnit o rozvody cirkulace teplé vody. Tato kapitola obsahuje dimenzování rozvodů vodovodu, návrh cirkulace teplé vody, návrh vodoměrů, tloušťky tepelné izolace a řešení délkové roztažnosti potrubí.

Dimenzování vodovodního potrubí je dle ČSN 75 5455. Jedná se o podrobnou metodu dimenzování vnitřních vodovodů a požárních vodovodů vně i uvnitř budov a vodovodních přípojek ve všech typech budov. Označení jednotlivých úseků pitné vody je zaznačeno ve výkrese D.3.5 VODOVOD - AXONOMETRIE.

Dimenzování přívodního potrubí:

- a) Stanovení výpočtového průtoku v jednotlivých úsecích

$$Q_D = \sqrt[n]{\sum (Q_A^2 * n)} \text{ [l/s]}$$

Q_D ... výpočtový průtok v jednotlivých úsecích v l/s

Q_A ... jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst v l/s

n ... počet odběrných míst stejného druhu

- b) Předběžný návrh průměru potrubí dle průtočné rychlosti

- c) Výpočet tlakových ztrát

$$\Delta p_{RF} = \sum (l * R + \Delta p_F) \text{ [kPa]}$$

Δp_{RF} ... tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory v kPa

l ... délka příslušného úseku potrubí v m

R ... délková tlaková ztráta třením v příslušném úseku potrubí v kPa/m

Δp_F ... tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí v kPa

- d) Hydraulické posouzení navrženého potrubí

$$p_{dis} \geq p_{minFI} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF} \text{ [kPa]}$$

p_{dis} ... dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad pro veřejnou potřebu v kPa

$$p_{dis} = 600 \text{ kPa}$$

p_{minFI} ... min. požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury v kPa

$$p_{minFI} = 100 \text{ kPa} \dots \text{ u pitné vody}$$

$$p_{minFI} = 200 \text{ kPa} \dots \text{ u požárního vodovodu}$$

Δp_e ... tlaková ztráta způsobená rozdílem mezi výškovou úrovní nejvyšší a nejvzdálenější výtokové armatury a místa napojení vod. přípojky na vod. řad v kPa

$$\Delta p_{e,v} = (h_v * \varphi * g) / 1000 = (19,5 * 1000 * 9,81) / 1000$$

$$\Delta p_{e,v} = 191,3 \text{ kPa} \dots \text{ u pitné vody}$$

$$\Delta p_{e,p} = (h_p * \varphi * g) / 1000 = (20,2 * 1000 * 9,81) / 1000$$

$$\Delta p_{e,p} = 198,2 \text{ kPa} \dots \text{ u požární vody}$$

h ... rozdíl výškových úrovní v m

$$h_v = 19,5 \text{ m} \dots \text{ u pitné vody}$$

- $h_p = 20,2 \text{ m}$... u požární vody
- φ ... hustota vody v kg/m^3
 $\varphi = 1000 \text{ kg/m}^3$
- g ... tíhové zrychlení v m/s^2
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $\Sigma \Delta p_{WM}$... součet tlakových ztrát vodoměrů v kPa
- $\Sigma \Delta p_{Ap}$... součet tlakových ztrát napojených zařízení v kPa
 $\Sigma \Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$
- Δp_{RF} ... tlakové ztráty v potrubí v kPa v trase od napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad k nejvzdálenějšímu a nejvyššímu odběrnému místu

Dimenzování cirkulačního potrubí teplé vody:

a) Stanovení výpočtového průtoku v jednotlivých úsecích

$$Q_c = q_c / (4 \cdot 127 \cdot \Delta t) \text{ [l/s]}$$

- Q_c ... výpočtový průtok cirkulace teplé vody v místě cirkulačního čerpadla v l/s
- q_c ... tepelná ztráta celého přívodního potrubí ve W
 $q_c = \Sigma q$
- q ... tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí ve W
 $q = l \cdot q_t$
- l ... délka úseku přívodního potrubí v m včetně délkových přírážek
- na neizolované armatury (1,6 m na každou neizolovanou armaturu)
 - upevnění potrubí (10 až 20 % délky tepelně izolovaného potrubí na upevnění potrubí, u kterého je izolace přerušena)
- q_t ... délková tepelná ztráta úseku přívodního potrubí ve W/m
- Δt ... rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí teplé vody z ohřívače a spojením přívodního potrubí s cirkulačním potrubím v K
 $\Delta t = 2 \text{ K}$

b) Rozdělení výpočtového průtoku cirkulace do dvou úseků

$$Q_a = Q \cdot q_a / (q_a + q_b) \text{ [l/s]}$$

$$Q_b = Q - Q_a \text{ [l/s]}$$

Q_a a Q_b ... výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích přívodního a jemu odpovídajícího cirkulačního potrubí v l/s

Q ... výpočtový průtok cirkulace teplé vody v l/s v přívodním nebo cirkulačním potrubí do nebo z dvou úseků

q_a a q_b ... tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí ve W

c) Předběžný návrh průměru cirkulačního potrubí dle průtočné rychlosti

d) Výpočet tlakových ztrát

$$\Delta p_{RF} = \sum (l * R + \Delta p_F) \text{ [kPa]}$$

Δp_{RF} ... tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory v kPa

l ... délka příslušného úseku potrubí v m

R ... délková tlaková ztráta třením v příslušném úseku potrubí v kPa/m

Δp_F ... tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí v kPa

e) Stanovení dopravní výšky cirkulačního čerpadla

$$H = 1000 * (\Delta p_{RF} + \sum \Delta p_{Ap}) / \varphi * g$$

H ... nejmenší potřebná dopravní výška cirkulačního čerpadla v m

Δp_{RF} ... tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory v kPa

$\sum \Delta p_{Ap}$... součet tlakových ztrát napojených zařízení v kPa

$$\sum \Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

φ ... hustota vody v kg/m³

$$\varphi = 1000 \text{ kg/m}^3$$

g ... tíhové zrychlení v m/s²

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

f) Návrh regulačních ventilů

C.2.2.1 Návrh vodoměrů

a) Návrh bytového vodoměru

Návrh: **Suchoběžný vodoměr EV, od firmy ENBRA**

- DN 15
- montážní poloha vodorovná nebo svislá
- pro měření studené i teplé vody
- jmenovitý průtok $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{\min} = 60 \text{ l/h} = 0,06 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{\max} = 3 \text{ m}^3/\text{h}$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\min} < Q_{\text{vyp},\min}$$

$$Q_{\text{vyp},\min} = 0,10 \text{ l/s} = 0,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$0,06 \text{ m}^3/\text{h} < 0,36 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{VYHOVUJE}$$

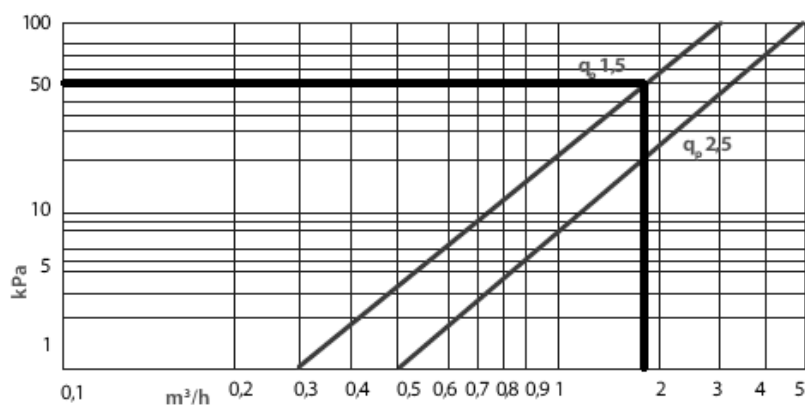
Posouzení na maximální průtok:

$$Q_{\text{vyp},\max} < Q_{\max}$$

$$Q_{\text{vyp},\max} = 0,52 \text{ l/s} = 1,87 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,87 \text{ m}^3/\text{h} < 3 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Tlaková ztráta bytového vodoměru $\Delta p_{\text{wm},b} = 50 \text{ kPa}$



Obrázek 27 Křivka tlakových ztrát bytového vodoměru [11]

b) Návrh domovního vodoměru

Návrh: **Mokroběžný vodoměr IBRF, od firmy ENBRA**

- DN 30
- montážní poloha vodorovná
- pro měření studené vody v domovních přípojkách
- jmenovitý průtok $5 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{\min} = 100 \text{ l/h} = 0,1 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{\max} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\min} < Q_{\text{vyp},\min}$$

$$Q_{\text{vyp},\min} = 0,10 \text{ l/s} = 0,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$0,1 \text{ m}^3/\text{h} < 0,36 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{VYHOVUJE}$$

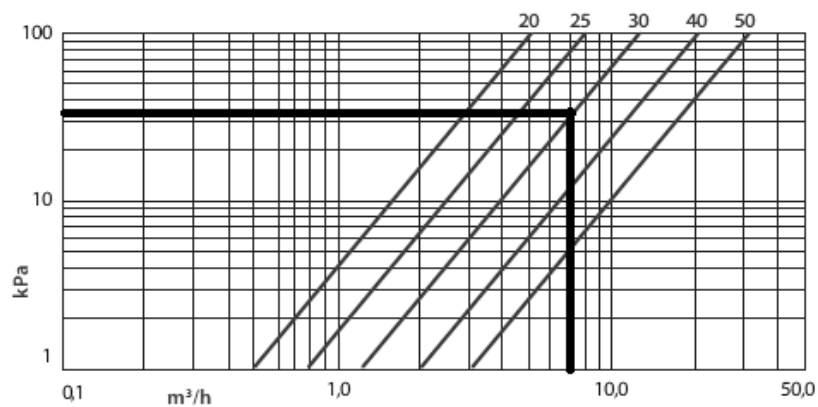
Posouzení na maximální průtok:

$$Q_{\text{vyp},\max} < Q_{\max}$$

$$Q_{\text{vyp},\max} = 1,97 \text{ l/s} = 7,09 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$7,09 \text{ m}^3/\text{h} < 10 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Tlaková ztráta domovního vodoměru $\Delta p_{\text{wm},d} = 35 \text{ kPa}$



Obrázek 28 Křivka tlakových ztrát domovního vodoměru [11]

Hydraulické posouzení

$$p_{dis} \geq p_{minFI} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

$$p_{dis} = 600 \text{ kPa}$$

$$p_{minFI} = 100 \text{ kPa} \dots \text{u pitné vody}$$

$$\Delta p_e = \Delta p_{e,v} = 191,3 \text{ kPa} \dots \text{u pitné vody}$$

$$p_{WM,b} = 50 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta bytového vodoměru}$$

$$p_{WM,d} = 35 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta domovního vodoměru}$$

$$\sum \Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RF} = 82,55 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta v potrubí pro studenou vodu}$$

$$600 \geq 100 + 191,3 + (50 + 35) + 0 + 82,55$$

$$600 \text{ kPa} \geq 458,85 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

STUDENÁ VODA			JMENOVITÝ VÝTOK Q ₀ [l/s]																Q ₀ [l/s]	d _s x s [mm] DN	v [m/s]	MATERIÁL POTRUBÍ	
PODLAŽÍ	od	do	0,1		0,2		0,2		0,3		0,2		0,2		0,1		0,2						
			WC		SMĚŠOVACÍ BATERIE DŘEZOVÁ		SMĚŠOVACÍ BATERIE UMYVADLOVÁ / VÝTOK, VENTIL		SMĚŠOVACÍ BATERIE VANOVÁ		SMĚŠOVACÍ BATERIE SPRCHOVÁ		AUTOMATICKÁ PRAČKA		MYČKA NÁDOBÍ		VÝLEVKA						
			Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem					
STOUPAČKA V1																							
SNP až 1NP	s1	s2														1	1			0,10	16 x 2,7	1,1	
	s2	s3														0	1			0,22	20 x 3,4	1,5	
	s3	s4				1	1	0	1							0	1			0,30	25 x 4,2	1,4	
	s4	s8				0	1	0	1	1	1					0	1			0,42	25 x 4,2	1,8	
	s5	s6						1	1											0,13	20 x 3,4	1,0	
	s6	s7						0	1						1	1				0,28	25 x 4,2	1,4	
	s7	s8	1	1				0	1						0	1				0,30	25 x 4,2	1,4	
	s8	s9	0	1	0	1	0	2	0	1				0	1	0	1			0,52	32 x 5,4	1,4	
	s9	s10	1	2	1	2	2	4	1	2				1	2	1	2			0,73	40 x 6,7	1,3	
	s10	s11	1	3	1	3	2	6	1	3				1	3	1	3			0,90	40 x 6,7	1,6	
	s11	s12	1	4	1	4	2	8	1	4				1	4	1	4			1,04	40 x 6,7	1,8	
	s12	s17	1	5	1	5	2	10	1	5				1	5	1	5			1,16	50 x 8,4	1,4	
	s13	s16				1	1													0,20	20 x 3,4	1,5	
	s14	s15						1	1											0,13	20 x 3,4	1,5	
PRÍZEMÍ	s15	s16	1	1				0	1											0,22	20 x 3,4	1,5	
	s16	s17	0	1	0	1	0	1												0,30	25 x 4,2	1,4	
	s17	s26	0	6	0	6	0	11	0	5				0	5	0	5			1,20	50 x 8,4	1,4	
	s18	s19						1	1											0,13	20 x 3,4	1,0	
SUTERÉN	s19	s25						0	1	1	1									0,36	25 x 4,2	1,8	
	s20	s21	1	1																0,10	16 x 2,7	1,1	
	s21	s22	0	1				1	1											0,22	20 x 3,4	1,5	
	s22	s24	0	1	1	1	0	1												0,30	25 x 4,2	1,4	
	s23	s24													1	1				0,20	20 x 3,4	1,5	
	s24	s25	0	1	0	1	0	1							0	1				0,36	25 x 4,2	1,8	
	s25	s26	0	1	0	1	0	2	0	1					0	1				0,51	32 x 5,4	1,4	
	s26	s11	0	7	0	7	0	13	0	6					0	6	0	5		1,30	50 x 8,4	1,6	

		STOUPAČKA V2																			
4NP až 1NP	s1	s2											1	1					0,20	20 x 3,4	1,5
	s2	s6										1	1	0	1				0,28	25 x 4,2	1,4
	s3	s4					1	1											0,13	20 x 3,4	1,0
	s4	s5					1	1	0	1									0,28	25 x 4,2	1,4
	s5	s6	1	1	0	1	0	1											0,30	25 x 4,2	1,4
	s6	s7	0	1	0	1	0	1				0	1	0	1				0,41	25 x 4,2	1,8
	s7	s8	1	2	1	2	1	2				1	2	1	2				0,58	32 x 5,4	1,7
	s8	s9	1	3	1	3	1	3				1	3	1	3				0,71	40 x 6,7	1,3
	s9	s12	1	4	1	4	1	4				1	4	1	4				0,82	40 x 6,7	1,4
	PŘÍZEMÍ	s10	s11					1	1										0,13	20 x 3,4	1,0
s11		s12					0	1								1	1	0,28	25 x 4,2	1,4	
s12		s12	0	4	0	4	0	5				0	4	0	4		0	1	0,87	40 x 6,7	1,6

PPR, PN 20

		STOUPAČKA V3																			
5NP až 1NP	s1	s2					1	1											0,13	20 x 3,4	1,0
	s2	s3					0	1					1	1					0,28	25 x 4,2	1,4
	s3	s5	1	1			0	1					0	1					0,30	25 x 4,2	1,4
PŘÍZEMÍ	s4	s5					1	1											0,20	20 x 3,4	1,5
	s5	s7	1	1			0	1											0,22	20 x 3,4	1,5
	s6	s7			1	1													0,20	20 x 3,4	1,5
	s7	s10	0	1	0	1	0	1											0,30	25 x 4,2	1,4

PPR, PN 20

		STOUPAČKA V3																		
5NP až 1NP	s1	s2					1	1										0,13	20 x 3,4	1,0
	s2	s3					0	1					1	1				0,28	25 x 4,2	1,4
PŘÍZEMÍ	s3	s5	1	1			0	1					0	1				0,30	25 x 4,2	1,4
	s4	s5					1	1										0,20	20 x 3,4	1,5
	s5	s7	1	1			0	1										0,22	20 x 3,4	1,5
	s6	s7			1	1												0,20	20 x 3,4	1,5
	s7	s10	0	1	0	1	0	1										0,30	25 x 4,2	1,4

PPR, PN 20

C.2.2.3 Dimenzování vnitřního vodovodu teplé vody

NEJNEPŘÍZNIVĚJŠÍ VÝETOK TV		JMENOVITÝ VÝTOK Q _n [l/s]														MATERIÁL POTRUBÍ																	
		0.1		0.2		SMĚŠOVACÍ BATERIE DŘEZOVÁ		SMĚŠOVACÍ BATERIE UMÝVACÍ/ VÝTOK VENTIL		SMĚŠOVACÍ BATERIE VANOVÁ		SMĚŠOVACÍ BATERIE SPRCHOVÁ		AUTOMATICKÁ PRAČKA				MÝČKA NÁDOBÍ		VÝLEVKA		0.2											
od	do	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Q ₀ [l/s]	d _n x s [mm] DN	v [m/s]	l [m]	R [kPa/l]	I * R [kPa]	Σ ξ	Δp _f [kPa]	Δp _{tot} = I * R + Δp _f [kPa]	PPR, PN 20	HDPE 100 SDR 11	Σ Δp _{tot} = 166,15 kPa		
T1	T2					1	1													0,13	20 x 3,4	1,0	0,77	1,279	0,985	13,3	6,650	7,635					
T2	T3			1	1	0	1													0,28	25 x 4,2	1,4	2,46	1,650	4,059	1,8	1,764	5,823					
T3	T4			0	1	0	1		1	1										0,41	25 x 4,2	1,8	5,58	2,761	15,406	9,8	15,876	31,282					
T4	T5			1	2	1	2		1	2										0,58	32 x 5,4	1,7	3,10	1,752	5,431	0,5	0,725	6,156					
T5	T6			1	3	1	3		1	3										0,71	40 x 6,7	1,3	3,10	0,773	2,396	0,5	0,425	2,821					
T6	T7			1	4	1	4		1	4										0,82	40 x 6,7	1,4	3,10	0,981	3,041	0,5	0,490	3,531					
T7	T8			1	5	1	5		1	5										0,92	40 x 6,7	1,6	3,10	1,211	3,754	0,5	0,640	4,394					
T8	T9			1	6	0	5		0	5										0,94	40 x 6,7	1,6	16,87	1,211	20,430	9,6	12,288	32,718					
T9	T10			4	10	5	10		0	5		4	4							1,20	50 x 8,4	1,4	6,10	0,696	4,246	5,7	5,586	9,832					
T10	T11			7	17	6	16		6	11		0	4							1,58	50 x 8,4	1,8	0,67	1,165	0,781	5,1	8,262	9,043					
T11	S11			0	17	0	16		0	11		0	4							1,58	50 x 8,4	1,8	4,04	1,165	4,707	14,0	22,680	27,387					
S11	S12	7	7	0	17	7	23		0	11		0	4	6	6	5	5	0	1	1,77	63 x 10,5	1,3	7,60	0,463	3,519	6,7	5,695	9,214					
S12	S13	4	11	0	17	0	23		0	11		0	4	4	10	0	5	1	1	1,83	63 x 10,5	1,3	3,41	0,463	1,579	1,8	1,530	3,109					
S13	S14	6	17	0	17	6	29		0	11		0	4	5	15	5	10	0	1	1,97	63 x 10,5	1,4	2,73	0,559	1,526	1,8	1,764	3,290					
S14	S15	0	17	0	17	0	29		0	11		0	4	0	15	0	10	0	1	1,97	63 x 5,8	1,0	5,55	0,211	1,171	17,5	8,750	9,921					
Σ Δp _{tot} = 166,15 kPa																																	

Hydraulické posouzení

$$p_{dis} \geq p_{minFI} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

$$p_{dis} = 600 \text{ kPa}$$

$$p_{minFI} = 100 \text{ kPa} \dots \text{u pitné vody}$$

$$\Delta p_e = \Delta p_{e,v} = 191,3 \text{ kPa} \dots \text{u pitné vody}$$

$$p_{WM,b} = 50 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta bytového vodoměru}$$

$$p_{WM,d} = 35 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta domovního vodoměru}$$

$$\sum \Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RF} = 166,15 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta v potrubí pro teplou vodu}$$

$$600 \geq 100 + 191,3 + (50 + 35) + 0 + 166,15$$

$$600 \text{ kPa} \geq 542,45 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

TEPLÁ VODA			JMENOVITÝ VÝTOK Q _A [l/s]														Q ₀ [l/s]	d _s x s [mm] DN	v [m/s]	MATERIÁL POTRUBÍ		
PODLAŽÍ	od	do	0,1		0,2		0,2		0,3		0,2		0,2		0,1						0,2	
			WC		SMĚŠOVACÍ BATERIE DŘEZOVÁ		SMĚŠOVACÍ BATERIE UMYVADLOVÁ / VÝTOK. VENTIL		SMĚŠOVACÍ BATERIE VANOVÁ		SMĚŠOVACÍ BATERIE SPRCHOVÁ		AUTOMATICKÁ PRAČKA		MYČKA NÁDOBÍ						VÝLEVKA	
			Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem					Přibývá	Celkem
STOUPAČKA V1																						
5NP až 1NP	t1	t2					1	1										0,13	20 x 3,4	1,0	PPR, PN 20	
	t2	t3			1	1	0	1										0,28	25 x 4,2	1,4		
	t3	t4			0	1	0	1	1	1								0,41	25 x 4,2	1,8		
	t4	t5			1	2	1	2	1	2								0,58	32 x 5,4	1,7		
	t5	t6			1	3	1	3	1	3								0,71	40 x 6,7	1,3		
	t6	t7			1	4	1	4	1	4								0,82	40 x 6,7	1,4		
	t7	t9			1	5	1	5	1	5								0,92	40 x 6,7	1,6		
PŘÍZEMÍ	t8	t9			1	1												0,20	20 x 3,4	1,5		
	t9	t14			0	6	0	5	0	5								0,94	40 x 6,7	1,6		
SUTERÉN	t10	t11					1	1										0,13	20 x 3,4	1,0		
	t11	t13					0	1	1	1								0,36	25 x 4,2	1,8		
	t12	t13			1	1												0,20	20 x 3,4	1,5		
	t13	t14			0	1	0	1	0	1								0,41	25 x 4,2	1,8		
	t14	T10			0	7	0	6	0	6								1,03	40 x 6,7	1,8		
STOUPAČKA V2																						
4NP až 1NP	t1	t4									1	1						0,20	20 x 3,4	1,5	PPR, PN 20	
	t2	t3					1	1										0,13	20 x 3,4	1,0		
	t3	t4			1	1	0	1										0,28	25 x 4,2	1,4		
	t4	t5			0	1	0	1			0	1						0,35	25 x 4,2	1,8		
	t5	t6			1	2	1	2			1	2						0,49	32 x 5,4	1,4		
	t6	t7			1	3	1	3			1	3						0,60	32 x 5,4	1,7		
	t7	t10			1	4	1	4			1	4						0,69	40 x 6,7	1,3		
SUTERÉN	t8	t9					1	1										0,13	20 x 3,4	1,0		
	t9	t10					0	1								1	1	0,28	25 x 4,2	1,4		
	t10	T9			0	4	0	5			0	4				0	1	0,75	40 x 6,7	1,4		
STOUPAČKA V3																						
PŘÍZEMÍ	t1	T8			1	1												0,20	20 x 3,4	1,5		PPR, PN 20

C.2.2.4 Dimenzování požárního hadicového systému

HADICOVÝ POŽÁRNÍ SYSTÉM		JMENOVITÝ VÝTOK Q _a [l/s]		Q ₀ [l/s]	DN	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l * R [kPa]	Σ ξ	Δp _F [kPa]	Δp _{RF} = l * R + Δp _F [kPa]	MATERIÁL POTRUBÍ
od	do	0,52											
		POŽÁRNÍ HYDRANT											
		Přibývá	Celkem										
P1	P2	1	1	0,52	25	0,90	3,57	1,176	4,198	13,3	5,45	9,651	POZINKOVANÁ OCEĽ
P2	P3	1	2	1,04	32	1,00	3,10	1,025	3,178	0,5	0,25	3,428	
P3	P4	0	2	1,04	32	1,00	3,10	1,025	3,178	0,5	0,25	3,428	
P4	P5	0	2	1,04	32	1,00	3,10	1,025	3,178	0,5	0,25	3,428	
P5	P6	0	2	1,04	32	1,00	4,60	1,025	4,715	3,1	1,55	6,265	
P6	P8	0	2	1,04	32	1,00	2,10	1,025	2,153	0,5	0,25	2,403	
P7	P8	1	1	0,52	25	0,90	3,50	1,176	4,116	14,6	6,00	10,116	
P8	S14	0	2	1,04	32	1,00	8,30	1,025	8,508	7,7	3,85	12,358	HDPE 100 SDR 11
S14	S15	0	2	1,04	63 x 5,8	0,50	5,55	0,062	0,344	17,5	2,28	2,619	
Σ Δp _{RF} =												53,69	kPa

Hydraulické posouzení

$$p_{dis} \geq p_{minFI} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

$$p_{dis} = 600 \text{ kPa}$$

$$p_{minFI} = 200 \text{ kPa} \dots \text{u požárního vodovodu}$$

$$\Delta p_e = \Delta p_{e,p} = 198,2 \text{ kPa} \dots \text{u požární vody}$$

$$p_{WM,d} = 35 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta domovního vodoměru}$$

$$\sum \Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RF} = 53,69 \text{ kPa} \dots \text{tlaková ztráta v potrubí pro požární vodu}$$

$$600 \geq 200 + 198,2 + 35 + 0 + 53,69$$

$$600 \text{ kPa} \geq 486,89 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

C.2.2.5 Dimenzování vnitřního vodovodu cirkulace

CIRKULACE TV SOUPAČKA V3		d _s x s [mm] DN	TLOUŠŤKA IZOLACE [mm]	l' [m] skutečná délka	l [m] délka s přirážkami	TEPELNÁ ZTRÁTA q [W]		PODLE TEPELNÉ ZTRÁTY		R [kPa/m]	l * R [kPa]	$\sum \xi$	Δp_F [kPa]	$\Delta p_{RF} =$ $l * R + \Delta p_F$ [kPa]	MATERIÁL POTRUBÍ
od	do					q _t	q = l * q _t	Q _c [l/s]	v [m/s]						
T11	T10	50 x 8,4	40	0,67	2,49	14,70	36,60	0,120	0,1	0,012	0,030	5,1	0,102	0,132	PPR, PN 20
T10	T9	50 x 8,4	40	6,10	6,71	14,70	98,64	0,091	0,1	0,007	0,047	5,7	0,114	0,161	
T9	T8	40 x 6,7	30	16,87	20,32	13,10	266,19	0,066	0,1	0,013	0,264	9,6	0,192	0,456	
T8	T7	40 x 6,7	30	3,10	3,41	12,40	42,28	0,066	0,1	0,013	0,044	0,5	0,010	0,054	
T7	T6	40 x 6,7	30	3,10	3,41	12,40	42,28	0,066	0,1	0,013	0,044	0,5	0,010	0,054	
T6	T5	40 x 6,7	30	3,10	3,41	12,40	42,28	0,066	0,1	0,013	0,044	0,5	0,010	0,054	
T5	T4	32 x 5,4	30	3,10	3,41	10,80	36,83	0,066	0,2	0,039	0,133	0,5	0,010	0,143	
T4	C4	25 x 4,2	20	3,02	3,32	8,90	29,57	0,066	0,3	0,126	0,419	0,5	0,025	0,444	
C4	C3	25 x 4,2	20	32,94	38,00	-	-	0,066	0,3	0,126	4,788	10,9	0,545	5,333	
C3	C2	25 x 4,2	20	4,07	4,48	-	-	0,091	0,4	0,196	0,878	5,7	0,456	1,334	
C2	C1	32 x 5,4	30	4,78	8,78	-	-	0,120	0,3	0,101	0,887	8,7	0,435	1,322	
														$\sum \Delta p_{RF} =$	9,487 kPa
															594,68

CIRKULACE TV SOUPAČKA V2		d _s x s [mm] DN	TLOUŠŤKA IZOLACE [mm]	l' [m] skutečná délka	l [m] délka s přirážkami	TEPELNÁ ZTRÁTA q [W]		PODLE TEPELNÉ ZTRÁTY		R [kPa/m]	l * R [kPa]	Σ ξ	Δp _F [kPa]	Δp _{ref} = l * R + Δp _F [kPa]	MATERIÁL POTRUBÍ
						q _t	q = l * q _t	Q _c [l/s]	v [m/s]						
T11	T10	50 x 8,4	40	0,67	2,49	14,70	36,60	0,120	0,1	0,012	0,030	5,1	0,102	0,132	PPR, PN 20
T10	T9	50 x 8,4	40	6,10	6,71	14,70	98,64	0,091	0,1	0,007	0,047	5,7	0,114	0,161	
T9	C5	16 x 2,7	20	16,43	19,83	8,90	176,49	0,025	0,3	0,240	4,759	4,3	0,215	4,974	
C5	C3	16 x 2,7	20	16,55	19,96	-	-	0,025	0,3	0,240	4,790	2,8	0,140	4,930	
C3	C2	25 x 4,2	20	4,07	4,48	-	-	0,091	0,4	0,196	0,878	5,7	0,456	1,334	
C2	C1	32 x 5,4	30	4,78	8,78	-	-	0,120	0,3	0,101	0,887	8,7	0,435	1,322	
Σ Δp _{ref} = 12,853 kPa															

CIRKULACE TV SOUPAČKA V1		d _s x s [mm] DN	TLOUŠŤKA IZOLACE [mm]	l' [m] skutečná délka	l [m] délka s přirážkami	TEPELNÁ ZTRÁTA q [W]		PODLE TEPELNÉ ZTRÁTY			R [kPa/m]	l * R [kPa]	Σ ξ	Δp _F [kPa]	Δp _{REF} = l * R + Δp _F [kPa]	MATERIÁL POTRUBÍ	
						q _t	q = l * q _t	Q _c [l/s]	v [m/s]								
od	do	T11	T10	50 x 8,4	40	0,67	2,49	14,70	36,60	0,120	0,1	0,012	0,030	5,1	0,102	0,132	PPR, PN 20
		T10	C6	16 x 2,7	20	22,68	26,71	8,90	237,72	0,029	0,3	0,240	6,410	4,3	0,215	6,625	
		C6	C2	16 x 2,7	20	24,68	29,91	-	-	0,029	0,3	0,240	7,178	2,8	0,140	7,318	
		C2	C1	32 x 5,4	30	4,78	8,78	-	-	0,120	0,3	0,101	0,887	8,7	0,435	1,322	
														Σ Δp _{REF} =	15,397 kPa		

$$Q_c = q_c / (4127 * \Delta t)$$

$$q_c = \sum q = 594,68 + 176,49 + 237,72$$

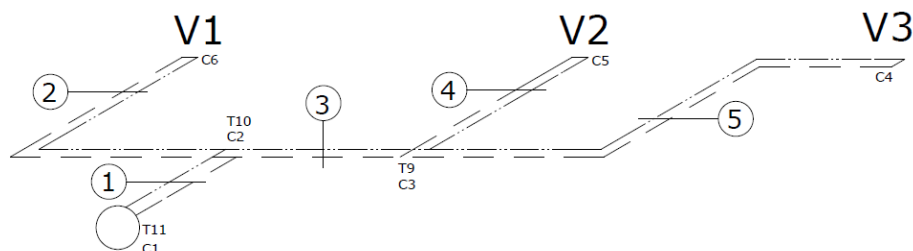
$$q_c = 1008,89 \text{ W}$$

$$\Delta t = 2 \text{ K}$$

$$Q_c = 1008,89 / (4127 * 2)$$

$$Q_c = 0,12 \text{ l/s}$$

Schéma vodovodu pro výpočet cirkulace



Obrázek 29 Schéma vodovodu pro výpočet cirkulace

ÚSEK	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]
1	$q_1 = 36,60$
2	$q_2 = 237,72$
3	$q_3 = 98,64$
4	$q_4 = 176,49$
5	$q_5 = 459,44$
	$q_c = 1008,89$

Rozdělení výpočtového průtoku cirkulace do dvou úseků

$$Q_a = Q * q_a / (q_a + q_b) \text{ [l/s]}$$

$$Q_b = Q - Q_a \text{ [l/s]}$$

$$Q_1 = Q_c = 0,12 \text{ l/s}$$

$$Q_3 = Q_1 * \frac{q_3 + q_4 + q_5}{q_2 + q_3 + q_4 + q_5}$$

$$Q_3 = 0,12 * \frac{98,64 + 176,49 + 459,44}{237,72 + 98,64 + 176,49 + 459,44}$$

$$Q_3 = 0,091 \text{ l/s}$$

$$Q_2 = Q_1 - Q_3$$

$$Q_2 = 0,12 - 0,091$$

$$Q_2 = 0,029 \text{ l/s}$$

$$Q_5 = Q_3 * \frac{q_5}{q_4 + q_5}$$

$$Q_5 = 0,091 * \frac{459,44}{176,49 + 459,44}$$

$$Q_5 = 0,066 \text{ l/s}$$

$$Q_4 = Q_3 - Q_5$$

$$Q_4 = 0,091 - 0,066$$

$$Q_4 = 0,025 \text{ l/s}$$

C.2.2.6 Návrh cirkulačního čerpadla

$$H = 1000 * (\Delta p_{RF} + \sum \Delta p_{Ap}) / \varphi * g$$

$$\Delta p_{RF} = 9,487 \text{ kPa}$$

$$\sum \Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

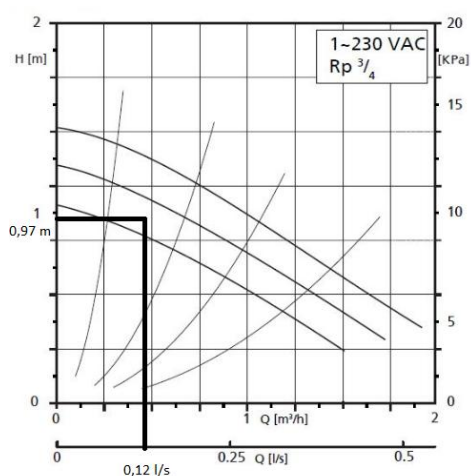
$$H = 1000 * (9,487 + 0) / 1000 * 9,81$$

$$H = 0,97 \text{ m}$$

Návrh cirkulačního čerpadla KSB Rio-Therm N 20-15s.

Pro cirkulační systémy s teplou vodou, max. průtok 1,2 m³/h, max. výtlak 1,7 m.

Nastavení cirkulačního čerpadla na 2. stupeň otáček.



Obrázek 30 Charakteristika cirkulačního čerpadla [12]

C.2.2.7 Návrh regulačních ventilů

REGULAČNÍ VENTIL NA ÚSEKU Č.2

Tlaková ztráta okruhu C6 – C2 -> 7,318 kPa

Tlaková ztráta okruhu C4 – C2 -> 6,667 kPa

-> rozdíl tlaku 0,651 kPa = 6,51 mBar

-> průtok ventilu 0,029 l/s = 104,4 kg/h

Regulační ventil na úseku č.2 NENÍ.

REGULAČNÍ VENTIL NA ÚSEKU Č.4

Tlaková ztráta okruhu C5 – C3 -> 4,930 kPa

Tlaková ztráta okruhu C4 – C3 -> 5,333 kPa

-> rozdíl tlaku 0,403 kPa = 4,03 mBar

-> průtok ventilu 0,025 l/s = 90 kg/h

Regulační ventil na úseku č.4 NENÍ.

C.2.2.8 Návrh kompenzace roztažnosti potrubí

Délková změna:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta t \cdot L \text{ [mm]}$$

ΔL ... délková změna v mm

α ... součinitel tepelné roztažnosti v mm/(m*K) dle tabulky č. 15

$$\alpha = 0,15 \text{ mm/(m} \cdot \text{K)}$$

Δt ... rozdíl teplot potrubí při montáži a při provozu v K

$$\Delta t = 30 \text{ K}$$

L ... délka trubky v m

Tabulka 15 Součinitel tepelné roztažnosti α [2]

Materiál trubek	Součinitel tepelné roztažnosti α [mm/(m*K)]
PE	0,20
PVC-U	0,08
PVC-C	0,07
PE-X	0,15
PP	0,15

PB	0,13
Vícevrstvý s kovovou vrstvou	0,02
Vícevrstvý bez kovové vrstvy	podle výrobce
Měď	0,017
Nerezavějící ocel	0,017
Pozinkovaná ocel	0,0116

Kompenzační délka:

$$L_B = C * \sqrt{D * \Delta L} \text{ [mm]}$$

L_B .. délka ohybového ramene v mm

C ... materiálová konstanta dle tabulky č. 16

$C = 20$

D ... vnější průměr potrubí v mm

ΔL ... délková změna v mm

Tabulka 16 Materiálové konstanty C [2]

Materiál trubek	Materiálová konstanta C
PE	27
PVC-U	34
PVC-C	34
PE-X	12
PP	20
PB	10
Vícevrstvý	30
Pozinkovaná ocel	108
Nerezavějící ocel	45
Měď	61

Dilatace potrubí cirkulace teplé vody, studené vody a požárního vodovodu je menší než u teplé vody, a to z důvodu menšího rozdílu teplot. Proto je dilatace potrubí řešena pouze pro potrubí teplé vody. Viz. tabulka pod textem.

Tabulka 17 Výpočet délek ohybového ramene L_B

PB	délka trubky L [m]	délková změna ΔL [mm]	vnější průměr potrubí D [mm]	Délka ohybového ramene L_B [mm]
PB1	2,50	11,25	40	424,26
PB2	0,30	1,35	40	146,97
PB3	2,50	11,25	50	474,34
PB4	0,28	1,26	50	158,75
PB5	0,70	3,15	40	224,50
PB6	1,80	8,10	40	360,00
PB7	1,80	8,10	40	360,00
PB8	2,70	12,15	40	440,91
PB9	0,28	1,26	40	141,99
PB10	3,70	16,65	40	516,14

Dilatace stoupaček studené vody, teplé vody a cirkulace je řešena pomocí smyček. Každá smyčka je umístěna přibližně v polovině stoupačky tak, aby byly rozděleny pevné body nacházející se nad patou a pod vrcholem stoupačky.

C.2.2.9 Návrh tloušťky izolace potrubí

a) Minimální tloušťka izolace potrubí teplé vody

Potrubí PPR, PN 20, průměr 20 x 3,4 → Isover ML-3, 30 mm

Materiál potrubí	PP-R Ekoplastik PN 20 ▼
Rozměry trubky	20x3.4 ▼
Vnější rozměr potrubí d_e	20 mm
Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz}	0.04 W/m.K
Cena izolace C_{iz}	18000 Kč/m ³
Maximální teplota teplosné látky v potrubí t_p	55 °C
Teplota okolního prostředí t_e	10 °C
Cena tepla C_T	400 Kč/GJ
Počet plných provozních hodin b	2400 h/rok
Odpisy, úroky z	15 %
Ekonomická tloušťka tepelné izolace	26.8 mm

Potrubí PPR, PN 20, průměr 25 x 4,2 → Isover ML-3, 30 mm

Materiál potrubí	PP-R Ekoplastik PN 20 ▼
Rozměry trubky	25x4.2 ▼
Vnější rozměr potrubí d_e	25 mm
Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz}	0.04 W/m.K
Cena izolace C_{iz}	18000 Kč/m ³
Maximální teplota teplotnosné látky v potrubí t_p	55 °C
Teplota okolního prostředí t_e	10 °C
Cena tepla C_T	400 Kč/GJ
Počet plných provozních hodin b	2400 h/rok
Odpisy, úroky z	15 %
Ekonomická tloušťka tepelné izolace	28.2 mm

Potrubí PPR, PN 20, průměr 32 x 5,4 → Isover ML-3, 30 mm

Materiál potrubí	PP-R Ekoplastik PN 20 ▼
Rozměry trubky	32x5.4 ▼
Vnější rozměr potrubí d_e	32 mm
Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz}	0.04 W/m.K
Cena izolace C_{iz}	18000 Kč/m ³
Maximální teplota teplotnosné látky v potrubí t_p	55 °C
Teplota okolního prostředí t_e	10 °C
Cena tepla C_T	400 Kč/GJ
Počet plných provozních hodin b	2400 h/rok
Odpisy, úroky z	15 %
Ekonomická tloušťka tepelné izolace	29.7 mm

Potrubí PPR, PN 20, průměr 40 x 6,7 → Isover ML-3, 40 mm

Materiál potrubí	PP-R Ekoplastik PN 20 ▼
Rozměry trubky	40x6.7 ▼
Vnější rozměr potrubí d_e	40 mm
Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz}	0.04 W/m.K
Cena izolace C_{iz}	18000 Kč/m ³
Maximální teplota teplotnosné látky v potrubí t_p	55 °C
Teplota okolního prostředí t_e	10 °C
Cena tepla C_T	400 Kč/GJ
Počet plných provozních hodin b	2400 h/rok
Odpisy, úroky z	15 %
Ekonomická tloušťka tepelné izolace	31.1 mm

Potrubí PPR, PN 20, průměr 50 x 8,4 → Isover ML-3, 40 mm

Materiál potrubí	PP-R Ekoplastik PN 20 ▼
Rozměry trubky	50x8.4 ▼
Vnější rozměr potrubí d_e	50 mm
Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz}	0.04 W/m.K
Cena izolace C_{iz}	18000 Kč/m ³
Maximální teplota teplotnosné látky v potrubí t_p	55 °C
Teplota okolního prostředí t_e	10 °C
Cena tepla C_T	400 Kč/GJ
Počet plných provozních hodin b	2400 h/rok
Odpisy, úroky z	15 %
Ekonomická tloušťka tepelné izolace	32.6 mm

Potrubí PPR, PN 20, průměr 63 x 10,5 → Isover ML-3, 40 mm

Materiál potrubí	PP-R Ekoplastik PN 20 ▼
Rozměry trubky	63x10.5 ▼
Vnější rozměr potrubí d_e	63 mm
Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz}	0.04 W/m.K
Cena izolace C_{iz}	18000 Kč/m ³
Maximální teplota teplotnosné látky v potrubí t_p	55 °C
Teplota okolního prostředí t_e	10 °C
Cena tepla C_T	400 Kč/GJ
Počet plných provozních hodin b	2400 h/rok
Odpisy, úroky z	15 %
Ekonomická tloušťka tepelné izolace	34 mm

b) Minimální tloušťka izolace potrubí studené vody

Potrubí studené vody vedené:

- ve zděných přízdívkách nebo pod omítkou → 4 mm, Armaflex
- v podhledu a v instalačních šachtách → 13 mm, Armaflex
- od ohřívače → 19 mm, Armaflex

D. PROJEKT

D.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

D.1.1 Úvod

Akce:	Rekonstrukce bytového domu
Místo:	MLýnská ul., č.p. 1746, Brno
Investor:	Petr Jakl, Olšany 8, Brno
Stupeň:	Projekt pro realizaci stavby
Datum:	12 / 2016
Vypracovala:	Bc. Simona Havlíčková

Projekt řeší rekonstrukci vnitřního vodovodu, kanalizace a jejich přípojky u bytového domu v ulici MLýnská v Brně. Jedná se o podsklepený bytový dům s pěti nadzemními podlažími. V suterénu a v 1.-5.NP se nachází bytové jednotky, v přízemí dvě samostatné prodejny. Podkladem pro vypracování projektu byla projektová dokumentace stavebního řešení objektu a situace s inženýrskými sítěmi. Vzatažná rovina 0,000 odpovídá výšce 322,800 m n. m. a je volena k úrovni podlahy přízemí. Při provádění prací je nutné dodržet podmínky městského úřadu, stavebního úřadu a zásady bezpečnosti práce.

D.1.2 Bilance potřeb

Potřeba vody:

Počet obyvatel:	$n_1 = 46$
Specifická potřeba vody:	$q_1 = 96 \text{ l/osoba den}$
Počet zaměstnanců:	$n_2 = 4$
Specifická potřeba vody:	$q_2 = 75 \text{ l/osoba den}$
Součinitel denní nerovnoměrnosti:	$k_d = 1,5$
Součinitel hodinové nerovnoměrnosti:	$k_h = 2,1$

Průměrná denní potřeba vody:

$$Q_p = \sum (p_i \cdot n_i) = 96 \cdot 46 + 75 \cdot 4 = 4\,716 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_m = Q_p \cdot k_d = 4\,716 \cdot 1,5 = 7\,074 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_h = \frac{1}{24} * Q_m * k_h = \frac{1}{24} * 7\,074 * 2,1 = 619 \text{ l/h}$$

Roční potřeba vody:

$$Q_r = Q_p * d = (96 * 46) * 365 + (75 * 4) * 240 = 1\,683\,840 \text{ l/rok} = 1\,683,8 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Potřeba teplé vody:

Počet obyvatel:	$n_1 = 46$
Specifická denní potřeba teplé vody:	$q_1 = 40 \text{ l/osoba den}$
Počet zaměstnanců:	$n_2 = 4$
Specifická denní potřeba teplé vody:	$q_2 = 19 \text{ l/osoba den}$

$$Q = \sum (q_i * n_i) = 40 * 46 + 19 * 4 = 1\,916 \text{ l/den}$$

D.1.3 Přípojky

Kanalizační přípojka:

Objekt bude odkanalizován do stávající jednotné stoky DN 300 v ulici Mlýnská. Pro odvod dešťových i splaškových vod z budovy bude vybudována nová kameninová kanalizační přípojka DN 150. Průtok odpadních vod touto jednotnou přípojkou činí 7,68 l/s. Hlavní čistící šachta o rozměru 800 x 1000 bude umístěna uvnitř budovy, přístupná ze suterénu. Šachta je řešena jako betonová s ocelovým vstupním poklopem o rozměru 600 x 900 mm. Dno šachty má sklon k otvoru čistící tvarovky. Přípojka bude na stoku napojena jádrovým vývrtem. Délka přípojky činí 6,35 m. Poloha přípojky je patrná z přiložené výkresové dokumentace.

Vodovodní přípojka:

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11, DN 63 x 5,8. Napojená na vodovodní řad pro veřejnou potřebu v ulici Mlýnská. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,55 až 0,60 MPa. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 1,97 l/s. Vodovodní přípojka bude na veřejný litinový řad DN 100 napojena navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem. Vodoměrová sestava s vodoměrem DN 30 a hlavním uzávěrem vody bude umístěna za obvodovou zdí v suterénu bytového domu.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie.

D.1.4 Vnitřní kanalizace

Kanalizace odvádějící odpadní vody z nemovitosti bude napojena na jednotnou kanalizační přípojku napojenou na veřejnou stoku v ulici Mlýnská. Průtok odpadních vod přípojkou činí 7,68 l/s (včetně odtoku z retenční nádrže.)

Kanalizace odvádějící dešťové vody je zaústěna do retenční nádrže PLASTIC BOX o objemu 8 m³ z důvodu omezení odtoku srážkových vod do kanalizace. Z retenční nádrže je voda řízeným odtokem odváděna do jednotné kanalizace. Revizní otvor retenční nádrže vystupuje nad okolní terén 100 mm a je opatřen mříží ve víku, z důvodu zajištění odvětrání nádrže. Nad nádrží je nutné umístit lehké izolační materiály (např. polystyren), které nezatěžují nádrž a zbylých horních 200 mm je potřeba dosypat zeminou.

Svodná potrubí splaškové kanalizace povedou v zemi pod podlahou suterénu. Svodné potrubí dešťové kanalizace bude vedeno podél stěn v prostorách suterénu a pod terénem vně domu. Vnitřní svodné potrubí bude provedeno z materiálu PP HT a ukotveno do stěn. Osazení čistících tvarovek je patrné z výkresové dokumentace. Závěsy s maximálními rozestupy dle montážních podkladů výrobce. Svodné potrubí vedené v zemi bude z materiálu PVC-KG.

Splašková odpadní potrubí budou spojena větracím potrubím s venkovním prostředím a povedou v instalační šachtě společně se stoupacím potrubím vodovodu. Připojovací potrubí budou vedena v přízdívkách předstěnových instalací, pod omítkou a pod kuchyňskou linkou. Pro napojení pračky a myčky bude osazena zápachová uzávěrka HL 406.

Dešťová odpadní potrubí budou vnější vedená po fasádě a budou v úrovni terénu opatřena lapači střešních splavenin HL 600.

Vnitřní kanalizace je navržena a bude provedena a zkoušena podle ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760.

Materiálem potrubí v zemi budou trouby a tvarovky z PVC KG uložené na pískovém loži tloušťky 100 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Splašková odpadní, větrací a připojovací potrubí budou z polypropylenu HT a budou upevňována ke stěnám kovovými ob-

jímkami s gumovou vložkou. Dešťová odpadní potrubí budou do výšky 1,5 m nad terénem provedena z litinové trouby upevněné nad terénem a pod hrdlem ocelovou objímkou ke stěně. Vyšší část dešťových odpadních potrubí je klempířský výrobek.

D.1.5 Vnitřní vodovod

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody z materiálu HDPE 100 SDR 11, DN 63 x 5,8 v ulici Mlýnská. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 1,97 l/s. Vodoměr a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude umístěn za obvodovou zdí v suterénu bytového domu. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,55 až 0,60 MPa.

Hlavní přívodní ležaté potrubí povede v hloubce 1,7 m pod terénem vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou skrz obvodovou zeď. V domě bude ležaté potrubí vedeno pod stropem suterénu.

Stoupací potrubí povedou v instalační šachtě společně s odpadními potrubími kanalizace. Přípojovací potrubí budou vedena v přizdívkách předstěnových instalací, pod omítkou a pod kuchyňskou linkou. Každá instalační šachta bude opatřena revizními voděodolnými dvířky. Dvířka budou pod keramický obklad.

Teplá voda pro bytový dům bude připravována v zásobníkovém ohříváči OKC 750 NTR/BP. Na přívodu studené vody do tohoto ohříváče bude kromě uzávěru osazen ještě zpětný ventil a pojistný ventil nastavený na otevírací přetlak 0,6 MPa.

V objektu je instalován také vodovod obsahující požární hydranty. Ten je od vodovodu pitné vody oddělen pomocí ochranné jednotky EA. Hydranty jsou umístěny vždy v každém patře ve stěně chodby. Hadicový systém je navržen s hadicí o světlosti 19 mm, délky 30 m a osazen ve výšce 1,2 m nad podlahou. Rozvody požární vody jsou z pozinkované oceli.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-5 a ČSN 75 5409.

Materiálem potrubí pro pitnou vodu uvnitř domu bude PPR, PN 20, požární hadicový systém bude z pozinkované oceli. Potrubí vně domu vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce.

Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným závitem. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

D.1.6 Zařizovací předměty

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy budou závěsné. Nad umývatky budou výtokové ventily na studenou vodu. U umyvadel a dřezů budou stojánkové směšovací baterie. Sprchové baterie a vanové baterie budou nástěnné. Výlevka bude závěsná se splachovací nástěnnou nádrží a směšovací baterií s dlouhým otočným výtokem. Automatická pračka a myčka nádobí bude k vodovodnímu a kanalizačnímu potrubí připojena přes soupravu HL 406. Místnost Výměníková stanice bude odvodněna podlahovou vpustí s nerezovou mřížkou.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

D.1.7 Zemní práce

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 800 mm. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře zhutnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1500 mm je nutno pažit příložným pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené kříže-

né sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., další příslušné ČSN, technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a městského úřadu a zajistit bezpečnost práce.

Brno, 2. 12. 2016

Vypracovala: Bc. Simona Havlíčková

D.2 LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

Tabulka 18 Legenda zařizovacích předmětů

OZNAČENÍ NA VÝKRESE	POPIS SESTAVY	POČET SESTAV
DJ1	Dřez nerezový oválný 450 x 380 x 177 mm Povrch lesklý, vestavěný do kuchyňské linky Dřezová zápachová uzávěrka plastová s nerezovým odpadním ventilem Dřezová směšovací baterie stojánková jednopáková 2x pochromovaný rohový ventil DN 15	6
DJ2	Dřez nerezový s odkapní plochou, 900 x 600 x 180 mm Povrch lesklý, vestavěný do kuchyňské linky Dřezová zápachová uzávěrka plastová s nerezovým odpadním ventilem Dřezová směšovací baterie stojánková jednopáková 2x pochromovaný rohový ventil DN 15	11
MN1	Zápachová uzávěrka podomítková pro myčku nádobí Výtokový ventil nástěnný na hadici DN 15 se zpětným a přivzdušňovacím ventilem	10
WC1	Záchodová závěsná mísa s hlubokým splachováním Sedací výška 400 mm Záchodové sedátko termoplastové bílé Předstěnové instalace Ovládací tlačítko splachování	17
VA1	Vana obdélníková plechová smaltovaná, 1600 x 700 x 390 mm Vanová zápachová uzávěrka plastová s přepadovým kolínkem Vanová směšovací baterie nástěnná jednopáková s ruční sprchou Pevný držák ruční sprchy Nalepovací kovové nohy k vaně, 170 mm Krycí dvířka ocelová 300 x 300 mm	11
SM1	Sprchová vanička bílá smaltovaná ocel, 700 x 700 x 140 mm Průsvitná zástěna s posuvnými dveřmi Sprchová zápachová uzávěrka plastová Sprchová směšovací baterie nástěnná jednopáková s ruční sprchou Posuvný držák ruční sprchy Krycí dvířka ocelová 300 x 150 mm	4

U1	Umyvadlo keramické bílé, 450 x 340 x 145 mm Umyvadlová zápachová uzávěrka celokovová Umyvadlová směšovací baterie stojánková jednopáková 2x pochromovaný rohový ventil DN 15	16
U2	Umývatko keramické bílé, 360 x 245 x 130 mm Umyvadlová zápachová uzávěrka celokovová Výtokový ventil stojánkový na studenou vodu 1x pochromovaný rohový ventil DN 15	13
AP1	Zápachová uzávěrka podomítková pro automatickou pračku Výtokový ventil nástěnný na hadici DN 15 se zpětným a přivzdušňovacím ventilem	15
VL1	Výlevka závěsná keramická bílá s plastovou mřížkou Umyvadlová směšovací baterie nástěnná jednopáková 1x pochromovaný rohový ventil DN 15	1
VP	Podlahová vpusť s nerezovou mřížkou DN 110 se svislým odtokem Nástavec se zápachovou uzávěrkou	1

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zpracována v zadaném rozsahu a snaží se co s největší zodpovědností řešit zadanou problematiku. Věřím ve srozumitelnost práce od teoretické části A, přes část B zabývající se koncepcí v zadané budově, po výpočtovou a projektovou část C a D.

Část A řeší problematiku tématu, cíle a metody. Hodnotí přístup a legislativu k řešení zdravotně technických instalací v bytovém domě, zejména problematiku přípravy teplé vody, která je poté aplikována v části B. V části A jsou dále vyhodnoceny data z měření. Cílem vyhodnocení dat bylo zjištění rozložení spotřeby teplé vody během periody a porovnání návrhů ústředního ohřevu teplé vody.

Část B je koncepčním řešením návrhu technického řešení rozvodů ZTI a je řešena ve více variantách. Dále jsou v této části také řešeny navazující profese TZB.

Část C je výpočtová část technického řešení vybrané varianty. Podrobné výpočty souvisejí s vybranou variantou řešení a slouží pro zpracování projektu ZTI pro provedení stavby. Jedná se o rozvody kanalizace a vodovodu.

Část D obsahuje technickou zprávu, legendu zařizovacích předmětů a značení výkresů, které jsou přiloženy k této diplomové práci.

Projekt jsem zpracovala dle vlastního uvážení s použitím platných norem a ustanovení.

POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, normy a vyhlášky

Zákon č. 274/2001 Sb., zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu

Zákon č. 254/2001 Sb., zákon o vodách

ČSN 73 6005 – Prostorové uspořádání sítí technického vybavení

ČSN 01 3450 – Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace

[1] ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování

DIN 004708 – Dimenzování systému TUV

ČSN EN 12056-2 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod – Navrhování a výpočet

ČSN EN 12056-3 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet

ČSN EN 12056-4 – Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy: Čerpací stanice odpadních vod - Navrhování a výpočet

ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace

ČSN 75 6261 - Dešťová kanalizace

ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů

Vyhláška č. 428/2001 Sb., provedení zákona o vodovodech a kanalizacích

Vyhláška č. 194/2007 Sb., pro stanovení pravidel pro vytápění a pro dodávku teplé vody

Seznam odborné literatury

[2] ŽABIČKA, Zdeněk, VRÁNA, Jakub, *Zdravotnětechnické instalace*, první vyd. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2009, ISBN 978-80-7366-139-7

VRÁNA, Jakub, *Voda a kanalizace v domě a bytě*, první vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005, ISBN 80-247-0800-0

VALÁŠEK, Jaroslav, *Zdravotně technická zařízení budov: zdravotní technika, vytápění*, druhé dopl. vyd. Bratislava: Jaga, 2006, ISBN 80-8076-038-1

ČUPR, Karel, *Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia TZB I (S), Modul 02 – Odvádění odpadních vod z budov*, Brno, 2006

BÁRTA, Ladislav, *Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia TZB I (S), Modul 03 – Zásobování budov vodou*, Brno, 2006

Elektronické zdroje

[3] [online] Dostupné z: <http://www.topin.cz/download.php?idx=72600&di=7> [cit. 2016-11-28]

[4] [online] Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/3276696/> [cit. 2016-11-25]

[5] [online] Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/01.html> [cit. 2016-11-25]

[6] [online] Dostupné z: <http://www.dzd.cz/cs/ohrivace-vody-bojlery/zasobniky-teple-vody/zavesne-svisle> [cit. 2016-11-26]

[7] [online] Dostupné z: <http://www.nejlevnejsitzb.cz/clage-m3-end-elektricky-prutokovy-ohrivac-vody-pod-umyvadlo-s-armaturou-35kw-230v-1x16a-17243/d-77625/> [cit. 2016-11-28]

[8] [online] Dostupné z:
<https://mapy.cz/letecka?x=16.5923774&y=49.2110187&z=17&m3d=1&posx=615975.026&posy=5452157.087&posz=180&orientx=179.618&orienty=-30.046&orientz=0&source=stre&id=80142> [cit. 2016-12-15]

[9] [online] Dostupné z: <http://www.grundfos.com/> [cit. 2016-10-12]

[10] [online] Dostupné z: <https://www.plasticbox.cz/hranate-retencni-nadrze-samonosne-49> [cit. 2016-10-03]

[11] [online] Dostupné z:
http://www.enbra.cz/cs/produkty/vodomery?gclid=CljKulfo_tACFeYK0wodUxwGsQ [cit. 2016-10-04]

[12] [online] Dostupné z: <http://www.e-cerpadla.cz/obehove-cerpadlo-ksb-riotherm-2015-150-230-p-7904.html> [cit. 2016-10-04]

<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.i/>

<http://www.tzb-info.cz/>

<http://geberit-shop-triker.cz/>

<http://www.pipelife.cz/cz/>

<http://www.jika.cz/>

<http://www.buderus.cz/>

<http://www.wavin.cz/>

<http://www.belis.cz/>

<https://www.eon.cz/>

<http://www.kanalizacezplastu.cz/>

<http://www.kapka-vodomery.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

DP	diplomová práce
ZTI	zdravotně technické instalace
TZB	technické zařízení budov
TV	teplá voda
SV	studená voda
NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
BD	bytový dům
VZT	vzduchotechnika
DJ1	dřez jednoduchý
DJ2	dřez jednoduchý s odkapní plochou
MN1	myčka nádobí
WC1	záchodová mísa závěsná
VA1	vana
SM1	sprchová mísa
U1	umyvadlo
U2	umývátko
AP1	automatická pračka
VL1	výlevka
VP	podlahová vpust'
HDPE	high density polyethylene
PPR	polypropylen
PVC	polyvinylchlorid
SDR	standart dimension ratio
DN	jmenovitý průměr
tj.	to je
var.	varianta
vč.	včetně
max.	maximum
min.	minimum

Neuvedené zkratky a označení jsou vysvětleny přímo ve výkresech nebo v textu u výpočtů.

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

OBRÁZEK 1 PŘÍKLAD ROZLOŽENÍ POTŘEBY TEPLÉ VODY BĚHEM DNE [3]	15
OBRÁZEK 2 PŘÍKLAD KŘIVKY ODBĚRU TEPLÉ VODY [3]	17
OBRÁZEK 3 PŘÍKLAD KŘIVKY POTŘEBY A DODÁVKY TEPLA [3]	18
OBRÁZEK 4 MÍSTNÍ OHŘEV VODY [4]	19
OBRÁZEK 5 ÚSTŘEDNÍ OHŘEV VODY [4]	20
OBRÁZEK 6 ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV VODY [6].....	20
OBRÁZEK 7 PRŮTOKOVÝ OHŘEV VODY [7]	21
OBRÁZEK 8 KŘIVKA DODÁVKY A ODBĚRU TV PRO BYTOVÉ OBJEKTY DLE ČSN 06 0320 [1].....	22
OBRÁZEK 9 MĚŘENÍ BYTOVÝ DŮM V BRNĚ, ULICE ŠUMAVSKÁ [8].....	23
OBRÁZEK 10 OSAZENÍ PRŮTOKOMĚRU S DATAKABELEM	24
OBRÁZEK 11 ULOŽENÍ MĚŘÍCÍ ÚSTŘEDNY DO PLECHOVÉ BEDNY.....	24
OBRÁZEK 12 PLECHOVÁ BEDNA.....	25
OBRÁZEK 13 ODBĚROVÝ DIAGRAM - ČSN 06 0320	43
OBRÁZEK 14 ODBĚROVÝ DIAGRAM – MĚŘENÍ V PRACOVNÍ DEN	45
OBRÁZEK 15 ODBĚROVÝ DIAGRAM – MĚŘENÍ VE VOLNÝ DEN	47
OBRÁZEK 16 ODBĚROVÝ DIAGRAM – VAR. 1.....	55
OBRÁZEK 17 ODBĚROVÝ DIAGRAM – VAR. 3A.....	59
OBRÁZEK 18 ODBĚROVÝ DIAGRAM – VAR. 3B.....	61
OBRÁZEK 19 ODBĚROVÝ DIAGRAM – VAR. 5A.....	64
OBRÁZEK 20 ODBĚROVÝ DIAGRAM – VAR. 5B.....	66
OBRÁZEK 21 ODBĚROVÝ DIAGRAM – VAR. 5C.....	68
OBRÁZEK 22 ODBĚROVÝ DIAGRAM – VAR. 5D.....	70
OBRÁZEK 23 ZÁSOBNÍK OKC 750 NTR/BP [6].....	72
OBRÁZEK 24 TECHNICKÝ LIST PŘEČERPÁVACÍ STANICE GRUNDFOS [9]	91
OBRÁZEK 25 TECHNICKÝ LIST KALOVÉHO ČERPADLA GRUNDFOS [9]	93
OBRÁZEK 26 NAVRŽENÁ RETENČNÍ NÁDRŽ [10]	95
OBRÁZEK 27 KŘIVKA TLAKOVÝCH ZTRÁT BYTOVÉHO VODOMĚRU [11].....	100
OBRÁZEK 28 KŘIVKA TLAKOVÝCH ZTRÁT DOMOVNÍHO VODOMĚRU [11].....	101
OBRÁZEK 29 SCHÉMA VODOVODU PRO VÝPOČET CÍRKULACE.....	110
OBRÁZEK 30 CHARAKTERISTIKA CÍRKULAČNÍHO ČERPADLA [12].....	111

Tabulky

TABULKA 1 BILANCE POTŘEBY TEPLA A TEPLÉ VODY [1]	16
TABULKA 2 SPOTŘEBA TV V L/H VČ. CÍRKULACE – 1. TÝDEN	26
TABULKA 3 SPOTŘEBA TV V L/H BEZ CÍRKULACE – 1. TÝDEN	28
TABULKA 4 SPOTŘEBA TV V L/H VČ. CÍRKULACE – 2. TÝDEN	30
TABULKA 5 SPOTŘEBA TV V L/H BEZ CÍRKULACE – 2. TÝDEN	32
TABULKA 6 SPOTŘEBA TV V L/H VČ. CÍRKULACE – 3. TÝDEN	34
TABULKA 7 SPOTŘEBA TV V L/H BEZ CÍRKULACE – 3. TÝDEN	36
TABULKA 8 MIN. A MAX. HODINOVÉ SPOTŘEBY TV (BEZ CÍRKULACE TV)	38
TABULKA 9 PRŮMĚRNÉ DENNÍ SPOTŘEBY TV (BEZ CÍRKULACE TV)	39
TABULKA 10 BILANCE POTŘEBY TEPLA A TEPLÉ VODY [2]	42
TABULKA 11 BILANCE POTŘEBY TEPLA A TEPLÉ VODY [2]	54
TABULKA 12 VÝPOČTOVÉ ODTOKY DU [L/s] A JMENOVITÉ SVĚTLOSTI DN NEVĚTRANÝCH PŘIPOJOVACÍCH POTRUBÍ JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ	84
TABULKA 13 HYDRAULICKÉ KAPACITY Q_{MAX} PŘI STUPNI PLNĚNÍ 70 % [2]	88
TABULKA 14 PRŮTOK SPLAŠKOVÝCH A DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD SVODNÝM POTRUBÍM	89
TABULKA 15 SOUČINITELÉ TEPELNÉ ROZTAŽNOSTI A [2]	112
TABULKA 16 MATERIÁLOVÉ KONSTANTY C [2]	113
TABULKA 17 VÝPOČET DÉLEK OHYBOVÉHO RAMENE L_B	114
TABULKA 18 LEGENDA ZAŘÍZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ	123

Grafy

GRAF 1 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH V 1. TÝDNU	27
GRAF 2 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE VE VOLNÝCH DNECH V 1. TÝDNU	27
GRAF 3 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CÍRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH V 1. TÝDNU	29
GRAF 4 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CÍRKULACE VE VOLNÝCH DNECH V 1. TÝDNU	29
GRAF 5 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH VE 2. TÝDNU	31
GRAF 6 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE VE VOLNÝCH DNECH VE 2. TÝDNU	31
GRAF 7 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CÍRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH VE 2. TÝDNU	33
GRAF 8 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CÍRKULACE VE VOLNÝCH DNECH VE 2. TÝDNU	33
GRAF 9 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH VE 3. TÝDNU	35
GRAF 10 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV VČ. CÍRKULACE VE VOLNÝCH DNECH VE 3. TÝDNU	35
GRAF 11 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CÍRKULACE V PRACOVNÍCH DNECH VE 3. TÝDNU	37
GRAF 12 ROZLOŽENÍ SPOTŘEBY TV BEZ CÍRKULACE VE VOLNÝCH DNECH VE 3. TÝDNU	37
GRAF 13 ROZDĚLENÍ ODBĚRU TV DLE ČSN 06 0320	40
GRAF 14 ROZDĚLENÍ ODBĚRU TV DLE MĚŘENÍ V PRACOVNÍM DNI	40
GRAF 15 ROZDĚLENÍ ODBĚRU TV DLE MĚŘENÍ VE VOLNÉM DNI	41

PŘÍLOHY

D.1	KOORDINAČNÍ SITUACE	1:100
D.2.1	KANALIZACE - PŮDORYS ZÁKLADŮ	1:50
D.2.2	KANALIZACE – PŮDORYS SUTERÉNU	1:50
D.2.3	KANALIZACE – PŮDORYS PŘÍZEMÍ	1:50
D.2.4	KANALIZACE - PŮDORYS 1.NP – 4.NP	1:50
D.2.5	KANALIZACE - PŮDORYS 5.NP	1:50
D.2.6	KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÉ ŘEZY 1	1:50
D.2.7	KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÉ ŘEZY 2	1:50
D.2.8	KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÉ ŘEZY 1	1:50
D.2.9	KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÉ ŘEZY 2	1:50
D.2.10	KANALIZACE DEŠŤOVÁ – PODÉLNÉ ŘEZY	1:50
D.2.11	KANALIZACE – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY	1:50
D.2.12	KANALIZACE – ULOŽENÍ POTRUBÍ V RÝZE	1:20
D.3.1	VODOVOD – PŮDORYS SUTERÉNU	1:50
D.3.2	VODOVOD – PŮDORYS PŘÍZEMÍ	1:50
D.3.3	VODOVOD – PŮDORYS 1.NP – 4.NP	1:50
D.3.4	VODOVOD – PŮDORYS 5.NP	1:50
D.3.5	VODOVOD - AXONOMETRIE	1:50
D.3.6	VODOVOD - AXONOMETRIE SUTERÉNU	1:50
D.3.7	VODOVOD - PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY	1:50
D.3.8	VODOVOD - ULOŽENÍ POTRUBÍ V RÝZE	1:20
D.3.9	DETAIL VODOMĚRNÉ SESTAVY	1:20
B.4.2	VODOVOD - PŮDORYS SUTERÉNU	1:100
B.4.3	VODOVOD - PŮDORYS PŘÍZEMÍ	1:100
B.4.4	VODOVOD - PŮDORYS 1.NP - 4.NP	1:100
B.4.5	VODOVOD - PŮDORYS 5.NP	1:100